

Aus der Klinik und Poliklinik für Psychotherapie
der Johannes Gutenberg Universität in Mainz

DIE VERÄNDERUNG DES MUSKELTONUS
BEI AUTOGENEM TRAINING UND
ELEKTROMYOGRAMM - BIOFEEDBACK

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde
des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von

Rainer Czornik
aus Wolfsburg

M A I N Z

1979



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552618_0081

Aus der Klinik und Poliklinik für Psychotherapie
der Johannes Gutenberg Universität in Mainz

DIE VERÄNDERUNG DES MUSKELTONUS
BEI AUTOGENEM TRAINING UND
ELEKTROMYOGRAMM - BIOFEEDBACK

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde
des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von

Rainer Czornik
aus Wolfsburg

M A I N Z

1979



Dekan : Professor Dr. H. Leithoff
1. Gutachter : Professor Dr. D. Langen
2. Gutachter : Professor Dr. U. Peters

Tag der mündlichen Prüfung: 24.10.1979

In Dankbarkeit
meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I	EINLEITUNG	1
II	METHODIK	4
1.1.	Physiologische Grundlagen zur Regelung des Muskeltonus	4
2.1.	Der "Autogen 1700"	7
3.1.	Meßprinzip	10
3.2.	Elektromyogramm-Biofeedback	12
4.1.	Versuchspersonen	14
5.	Versuchsanordnung	17
5.1.	Räumlichkeiten	17
5.2.	Meßstellen am Körper	17
III	PRÜFVERFAHREN	20
IV	ERGEBNISSE	21
1.1.	Die durchschnittlichen EMG-Werte der aT-Gruppe	21
1.2.	Die durchschnittlichen EMG-Werte in der Feedbackgruppe	26
1.3.	Einzelfallstudien	31
	Fall 1: 34jähriger Patient	31
	Fall 2: 38jähriger Patient	33
V	DISKUSSION	36
VI	ZUSAMMENFASSUNG	39
VII	ANHANG	42
1.1.	Graphische Darstellungen der EMG-Werte von acht Feedbackpatienten	43
1.2.	Graphische Darstellungen der EMG-Werte von acht aT-Patienten	51
VIII	LITERATURVERZEICHNIS	59

I EINLEITUNG

Das in den zwanziger Jahren von SCHULTZ entwickelte autogene Training wird inzwischen über die ganze Welt angewandt. Seine Beliebtheit beruht wohl nicht zuletzt auf seinem einfachen und klaren Aufbau, so daß es praktisch für jeden erlernbar ist, sieht man einmal von den wenigen Kontraindikationen ab. Auch die klinische Anwendung umfaßt einen weiten Bereich von psychischen und psychosomatischen Störungen.

Schon bald nach der Einführung des autogenen Trainings versuchte man, die während der Übungen auftretenden Phänomene bei der Umschaltung in den autohypnoiden Zustand durch physiologische Experimente wissenschaftlich zu objektivieren.

Hingewiesen sei hier auf Arbeiten von VOGEL (1967), der eine periphere Gefäßdilatation während der Wärmeübung nachweisen konnte, oder von LINDEN (1974), der das Kreislaufverhalten und die Atmung während des autogenen Trainings untersuchte.

Die erste Übung des autogenen Trainings nach SCHULTZ ist die Schwereprüfung. Auf konzentrativem Weg wird eine muskuläre Hypotonie erreicht, die von dem Übenden als Schwere empfunden wird.

Da man annehmen kann, daß während dieses Vorgangs die Impulsdichte des der Formatio reticularis untergeordneten Gamma-Fasersystems abnimmt und dadurch die Eigenreflexfähigkeit der Skelettmuskulatur gehemmt wird, müßte man folglich auch erwarten, daß sich dadurch auch der elektromyographisch registrierbare Spannungszustand der Muskulatur verringert.

Mit Hilfe des Oberflächenelektromyogramms wollen wir dies untersuchen und damit gleichzeitig den

Beweis antreten, daß es sich bei dem während des Trainings erreichten Schwereerlebnis nicht um eine Einbildung, sondern um einen somatischen Befund handelt.

Die Idee, Entspannung durch Elektromyogramm-Feedback zu erreichen, geht auf JACOBSEN (1933) zurück. Als Ende der sechziger Jahre besonders in den USA die Verhaltenstherapie einen schnellen und großen Aufschwung nahm, entwickelte sich als eine ihrer Behandlungsmethoden auch das EMG-Feedback immer weiter.

GREEN et al. leiteten 1969 Muskelaktionspotentiale mit einer breitflächigen Elektrode vom Unterarm ab und meldeten die Summenaktivität über ein Zeigerinstrument an die Versuchspersonen zurück.

Inzwischen befindet sich eine große Anzahl von EMG-Feedbackgeräten auf dem Markt, die visuelles oder akustisches Feedback ermöglichen.

Elektromyogramm-Feedback wird heute in vielen Bereichen eingesetzt, so z.B. bei der Therapie von Angstzuständen (BUDZYNSKI, STOYVA 1974), bei der systematischen Desensibilisierung nach WOLPE (1958), oder auch, um atrophische Muskeln zu ihrer Funktionalität zurückzuführen.

Der Einsatz des EMG-Feedbacks in der Verhaltenstherapie zur Bekämpfung von Angstzuständen beruht auf der Überlegung WOLPES, "daß die Muskelentspannung eine mit Angst inkompatible Reaktion ist und entsprechend eine reziproke Hemmung der Angstreaktion bei der Darbietung angstausslösender Reize bewirkt." (LEGEWIE, S.105)

Wir gebrauchten das EMG-Feedback in unserer Arbeit als eine reine Entspannungsmethode.

Ein halbes Jahr verglichen wir autogenes Training und EMG-Feedback, indem wir die Veränderungen des Muskeltonus bei beiden Methoden elektromyographisch

registrierten. Anhand der erhobenen Befunde wollen wir dann auch die Vor- und Nachteile der beiden Methoden gegeneinander abwägen.

II METHODIK

1.1. Physiologische Grundlagen zur Regelung des Muskeltonus

Die Regelung des Muskeltonus soll stark vereinfacht und modellhaft am Beispiel eines Regelkreises dargestellt werden. Wir bedienen uns dabei eines Schemas mit Regelgröße, Meßfühler, Regler, Stellgröße und Regelstrecke.

Den zu regelnden Muskeltonus bezeichnen wir als die Regelgröße x_1 . Den Meßfühler M_1 bilden der nicht-kontraktile Anteil der Muskelspindeln und die Sehnenrezeptoren der Golgi-Organen.

Die der Arbeitsmuskulatur parallel geschalteten intrafusalen Elemente der Muskelspindeln werden durch das dem Vorderhorn entspringende γ -Fasersystem innerviert. Die Spindeln sind dehnungsempfindliche Fühler, da sie durch Zug in Längsrichtung des Muskels erregt werden, während ihre Erregung erlischt, wenn eine aktive Kontraktion des Muskels erfolgt. Das Hauptrezeptorareal der Muskelspindeln bildet ihr nichtkontraktiler Mittelstück. Es entsendet eine großkalibrige Nervenfasern der A-alpha-Gruppe mit einer hohen Leitungsgeschwindigkeit.

Die Sehnenrezeptoren der Golgi-Organen dagegen sind spannungsempfindliche Fühler. Sowohl passive Dehnung als auch aktive Kontraktion führen zu ihrer Erregung, während sie bei entspanntem Muskel kaum Spontanentladungen zeigen. Die Afferenzen des Golgi-Organen "wirken über Interneurone nach Art einer negativen Rückkopplung hemmend und damit erregungsbegrenzend auf die Vorderhornzellen des gleichen Muskels und seiner Synergisten." (POECK, S.65)

Die Sehnenrezeptoren sind zur Arbeitsmuskulatur in Serie geschaltet.

Der von den Fühlern gemessene Muskeltonus wird als die gemessene Regelgröße $\bar{x}_1$ bezeichnet.

Ein komplexes Muster von spinalen und supraspinalen Einflüssen regelt die Einstellung des Muskeltonus.

Innerhalb des Reglers R_1 kommt der Formatio reticularis eine zentrale Stellung zu. In ihrem motorischen Anteil sind sowohl bahnende als auch hemmende Einflüsse enthalten.

Sie erhält Impulse aus dem vegetativen Nervensystem und höher gelegenen Zentren wie der Großhirnrinde, den Stammganglien, den Vestibulariskernen und dem Kleinhirn. Für alle diese Erregungen dient sie als Schaltstation.

Der gemessene Istwert des Muskeltonus wird dem Regler via Tractus spinocerebellares und die aufsteigenden Hinterstrangbahnen zugeleitet und hier mit dem Sollwert verglichen.

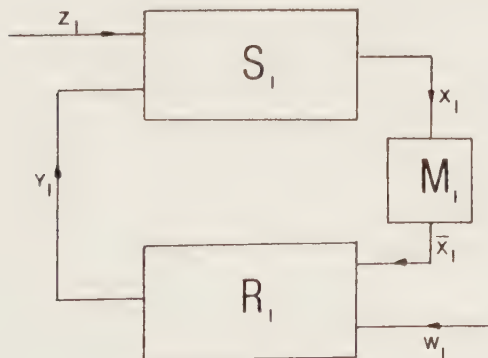


Abb. 1: Regelkreis zur Regelung des Muskeltonus

Der Sollwert ist auch abhängig vom gegenwärtigen Aktivationsniveau des Organismus, denn die Muskel-tätigkeit muß an die verschiedenen sensorischen Erregungen angepaßt werden, die dem ZNS aus Tiefen- und Oberflächensensibilität sowie den höheren Sinnesorganen zufließen. So wird z.B. während des Schlafs der Muskeltonus bedeutend niedriger eingestellt als im Wachzustand.

Nicht zuletzt müssen im Regler R_i auch noch verschiedene Störgrößen verarbeitet werden.

Die so erhaltene Stellgröße y_i wird über absteigende Bahnen den motorischen Vorderhornzellen zugeleitet. Hier setzt nun die Tätigkeit der Regelstrecke S_i ein; in unserem Fall ist dies der spinale Reflexbogen.

Über eine Zu- oder Abnahme der spinalen γ -Efferenz (in Abhängigkeit vom reticulären Erregungsniveau) und der damit verbundenen afferenten Spindelentladung werden je nach Erregungsniveau die α -Motoneurone gebahnt oder nicht, so daß Muskeltonus und Reflexerregbarkeit zu- oder abnehmen.

2.1. Der "Autogen 1700"

Der "Autogen 1700" ist ein amerikanisches Fabrikat, das von der Firma AUTOGENIC SYSTEMS, INC. aus Kalifornien hergestellt wird. Der Vorteil des Gerätes besteht darin, daß es sich mit Hilfe von Oberflächenelektroden sowohl zur Elektromyographie eignet, wobei der Spannungszustand eines Muskels oder einer Muskelgruppe an einer Mikrovolt-Skala abgelesen werden kann, andererseits aber auch zur Biofeedbacktherapie, da über eine in das Gerät eingebaute EMG-Feedbackereinheit die Elektromyogrammsignale der Muskeln sichtbar und hörbar gemacht werden können. Da zwei Elektrodeneingänge vorhanden sind, kann gleichzeitig das Elektromyogramm von zwei Muskeln registriert werden.

Wird das EMG als Biosignal verwendet, so liegen die Spannungsänderungen der Muskeln im Bereich von einigen Mikrovolt bis etwa 100 Millivolt. ("Unter Biosignalen versteht man zeitliche Änderungen physikalischer Größen, die Informationen über biologische Prozesse enthalten. So ist das EMG ein Biosignal, das Informationen über den Erregungsablauf im Muskel und über die Stärke der Muskelspannung enthält." LEGEWIE S.71)

Damit das Gerät die einlaufenden EMG-Signale verarbeiten kann, müssen diese in den Voltbereich angehoben werden, also um den Faktor 10^3 bis 10^6 verstärkt werden. Außerdem ist eine Leistungsverstärkung notwendig.

Als elektronische Verstärker dienen dem "Autogen 1700" mehrere hintereinandergeschaltete Transistoren. Zunächst werden im Vorverstärker die Biosignale auf ein Niveau von ca. 100 mV angehoben.

In der zweiten Verstärkerstufe, dem Haupt- oder Leistungsverstärker, werden gleichzeitig die Spannung und der Strom verstärkt. Somit können die Vorrichtungen zur Biosignalverarbeitung betrieben werden.

Die im Elektromyogramm auftretenden Muskelaktionspotentiale haben Frequenzen zwischen 2 und 1000 Hz. Um eine einwandfreie Registrierung zu gewährleisten, ist es nötig, sowohl die zu niederfrequenten als auch die zu hochfrequenten Spannungen auszufiltern. Diese würden als Störspannungen die Aufzeichnungen zu unserem Zweck verzerren.

Durch Zwischenschaltung von Widerstand-Kondensator-Gliedern (R-C-Gliedern) filtert der Verstärker die langsamen Spannungsänderungen aus.

Zur Unterdrückung der hochfrequenten Störspannungen stehen Filter zur Verfügung, die Frequenzen oberhalb der oberen Grenzfrequenz des Filters nicht passieren lassen.

Sowohl die obere als auch die untere Grenzfrequenz lassen sich am "Autogen 1700" durch einen "Bandpass"-Schalter nach Wunsch einstellen, so daß die unverzerrt wiedergegebene Signalfrequenz zwischen diesen beiden liegt. Am gebräuchlichsten ist die Bandpassbreite von 100-200 Hz.

Mit Hilfe eines "Averaging Time Selectors" kann eingestellt werden, über welches Zeitintervall die vorher gleichgerichtete EMG-Aktivität integriert und auf dem Zeigerinstrument dargeboten werden soll. Bei unseren Untersuchungen wurde ein Intervall von 20 sec gewählt.

Die Skala des Anzeigensystems reicht von 0.05 bis 1000 μ V.

Soll der "Autogen 1700" zur Biofeedbacktherapie eingesetzt werden, so besteht die Möglichkeit, zwi-

schen acht verschiedenen Feedbackarten zu wählen. Die Hauptfunktion der EMG-Feedbackeinheit besteht darin, den Probanden über Kopfhörer mit einem Ton zu versorgen, dessen Tonhöhe und/oder Pulsationsrate der EMG-Aktivität des registrierten Muskels direkt proportional ist. Ist die EMG-Aktivität hoch, so ist auch die Frequenz und/oder Pulsationsrate des Tonus hoch, bei abnehmendem Spannungszustand des Muskels nehmen auch Frequenz und/oder Pulsationsrate des Tonus ab. Der Feedbackton spiegelt auch die schwankenden EMG-Aktivitäten eines Muskels wider. Außerdem verfügt das Gerät noch über zwei Arten Licht-Feedback, wobei vier mit verschiedener Intensität aufleuchtende Lämpchen den Spannungszustand des Muskels rückmelden. Diese Feedbackart fand allerdings bei unseren Untersuchungen keine Verwendung.

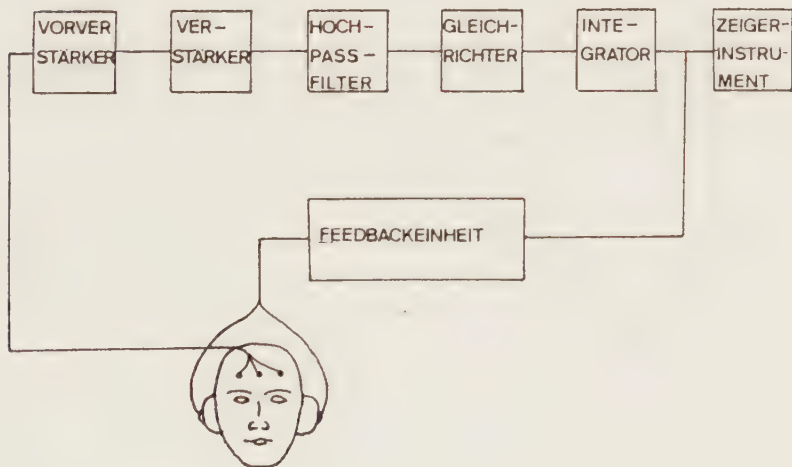


Abb. 2: Schematische Darstellung eines EMG-Feedbackgerätes (nach BUDZYNSKI und STOYVA).

3.1. Meßprinzip

Das Elektromyogramm ist eine elektrische Begleitererscheinung von in den Muskeln ablaufenden biologischen Prozessen. Werden die Muskelfibrillen innerviert, so führt dies zu einer Kontraktion der Muskelfasern. Durch das hiermit verbundene Muskelaktionspotential breitet sich von den Muskelfasern zur Körperoberfläche ein elektrisches Feld aus.

Die einzelnen Aktionspotentiale können als Elektromyogramm registriert werden, indem sie durch eingestochene Nadelelektroden abgeleitet werden. Diese Art der Elektromyographie verwendet man zur Abklärung von Störungen des motorischen Systems; man kann auf diese Art und Weise einzelne motorische Einheiten erfassen.

Bei unserer Untersuchung interessierte aber mehr der Tonus eines ganzen Muskels oder einer Muskelgruppe.

Um das Summenpotential möglichst vieler motorischer Einheiten zu erfassen, werden an der Körperoberfläche Metallelektroden (Silber-Silberchlorid) angebracht. Die beiden Oberflächen Elektroden messen sowohl die räumlichen als auch die zeitlichen Feldschwankungen des sich zur Körperoberfläche ausbreitenden elektrischen Feldes. Dabei zeigt das Registriergerät die Potentialdifferenz zwischen den beiden Ableitpunkten in μV an.

Die Höhe des angezeigten Spannungszustandes der Muskeln ist eine Funktion

- der Zahl der Motoneurone, die in der Nachbarschaft der Elektroden entladen
- der Entladungsrate pro Neuron
- der Nähe der entladenen Neurone zu den Elektroden.

Die Ableitpunkte sollen der Spannungsquelle mög-

lichst nahe liegen und parallel zu ihrer elektrischen Achse verlaufen. Aus diesem Grund hat man für verschiedene Muskeln Standardableitpunkte eingeführt.

Den Widerstand zwischen Haut und Elektroden hält man möglichst gering, indem man zwischen gereinigter Hautoberfläche und Ableitelektroden eine leitende Elektrodenpaste aufträgt.

Da die muskuläre Spannung sich proportional zum Ausmaß der die Muskelfasern stimulierenden elektrischen Entladungen verhält, erhalten wir über das Elektromyogramm einen direkten physiologischen Index für den muskulären Spannungszustand.

Je höher die in μV angezeigte EMG-Aktivität, desto gespannter der Muskel, je niedriger die EMG-Aktivität, desto entspannter ist der registrierte Muskel.

Wir können also verfolgen, inwieweit das Schwereerlebnis beim autogenen Training mit einer Abnahme des Muskeltonus einhergeht und ob es durch EMG-Biofeedback möglich ist, den Muskeltonus zu senken.

3.2. Elektromyogramm-Biofeedback

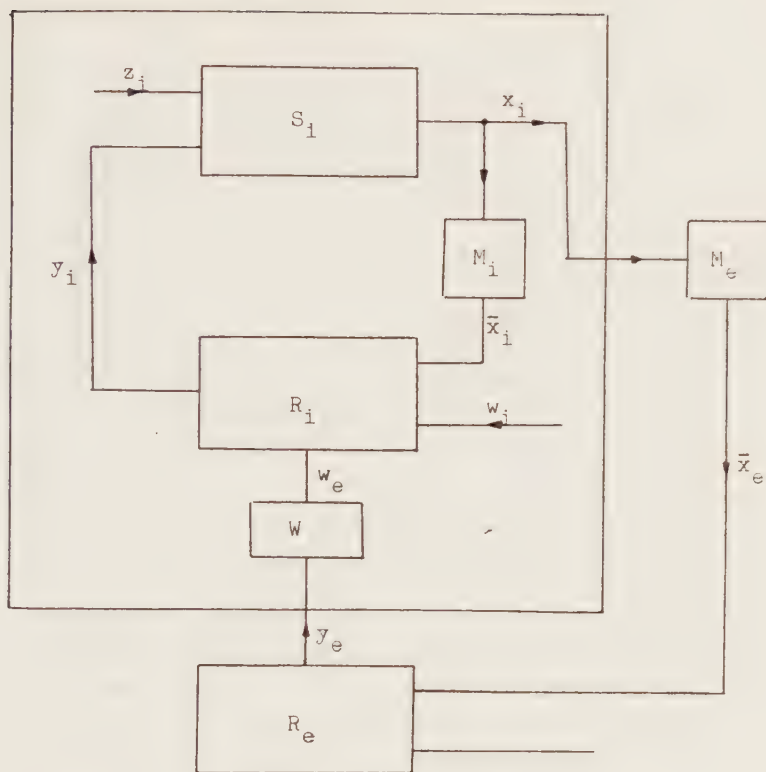
Der schon beschriebene interne Regelkreis zur Regelung des Muskeltonus wird beim EMG-Biofeedback durch einen externen Regelkreis ergänzt. Wir bedienen uns eines Modells nach LEGEWIE und NUSSELT:

Der Muskeltonus der Vp wird apparativ fortlaufend gemessen (externer Meßfühler M_e). Der Meßwert x_e wird einem externen Regler R_e zugeführt und mit dem vom Versuchsleiter festgelegten Sollwert w_e verglichen. Der Regler zeigt der Vp die Differenz zwischen Istwert und Sollwert auf einem Zeigerinstrument an. Die Zeigerstellung bzw. die Frequenz eines über Kopfhörer gegebenen Tones (Stellgröße y_e des externen Reglers) kann nicht unmittelbar auf die interne Regelstrecke S_i der Vp wirken. Die Vp analysiert die Zeigerstellung bzw. die Tonfrequenz mit Hilfe des Wahrnehmungssystems W und leitet daraus eine Führungsgröße w_e ab. Im internen Regler wird zusätzlich zum internen Sollwert der externe Sollwert zur Ermittlung der Stellgröße y_i herangezogen.

Die Frequenz des dargebotenen Tones ist für den internen Tonusregler der Vp eine neue (externe) Führungsgröße. Wir haben es daher mit vermaschten Regelkreisen zu tun.

Die Ausnutzung der zusätzlichen externen Rückmeldung geschieht im Organismus wahrscheinlich über mehrere Zwischenstufen, die erst im Rahmen eines Lernprozesses entstehen.

ORGANISMUS



S_i = Regelstrecke (spinaler Reflexbogen)

M_i = interner Meßfühler

R_i = interner Regler (spinale und supraspinale Einflüsse)

x_i = Regelgröße (Istwert-Muskeltonus)

$\bar{x}_i$ = Meßwert des internen Meßfühlers

y_i = Stellgröße

M_e = externer Meßfühler (Oberflächenelektroden)

R_e = externer Regler (Autogen 1700)

$\bar{x}_e$ = Meßwert des externen Meßfühlers

y_e = Stellgröße des externen Reglers

w_e = Führungsgröße (vom Versuchsleiter festgelegter Sollwert)

W = Wahrnehmungssystem

z = Störgrößen

4.1. Versuchspersonen

Alle Versuchspersonen wurden dem Patientengut der Poliklinik für Psychotherapie der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz entnommen. Für Kurse zum Erlernen des autogenen Trainings bestanden Wartelisten, aus denen wahllos zwei Gruppen zusammengestellt wurden. Die eine sollte in einem 10-wöchigen Kursus die Grundübungen des autogenen Trainings erlernen. Der anderen Gruppe wurde ein über 10 Wochen laufendes Entspannungstraining angeboten, das auf der Grundlage der EMG-Biofeedbacktherapie basiert. Es ist verständlich, daß die so ausgewählten Versuchspersonen zwei sehr unhomogene Gruppen bildeten. Dies betrifft Alter, Geschlecht, soziale Herkunft und auch die Gründe, die zum Besuch der Poliklinik führten. Hier wurden unter anderem angegeben: Spannungskopfschmerz, Migräneanfälle, Muskelverspannungen, Schlafstörungen, allgemeine Angstzustände, Erröten, Konzentrationsschwäche, um nur einige zu nennen.

Die Gruppe "autogenes Training" setzte sich wie folgt zusammen:

Vier weibliche Patientinnen, davon je eine 21- und 26-jährige Angestellte, eine 57-jährige Hausfrau und eine 64-jährige pensionierte Lehrerin;
acht männliche Patienten, davon je ein 25- und 28-jähriger Student, ein 30-jähriger Journalist, ein 32-jähriger Diplom-Betriebswirt, ein 33-jähriger Diplom-Mathematiker, ein 34-jähriger Angestellter, ein 36-jähriger Versicherungsvertreter und ein 42-jähriger Arbeiter.

Alle Teilnehmer des Kursus waren im autogenen Training ungeübt. Dadurch bestand die Möglichkeit, vor

Beginn der ersten Übung von jedem EMG-Ausgangswerte abzunehmen, die noch keinerlei Beeinflussung unterlagen.

Wir haben uns für Patienten als Versuchspersonen entschieden, um sicherzugehen, daß zu Hause auch regelmäßig geübt würde. Da sich alle freiwillig in Behandlung begeben hatten, konnten wir annehmen, daß die Motivation zum regelmäßigen Üben von vornherein gegeben war. In den Gesprächen während der Kursstunden stellte sich dann heraus, daß dies auch tatsächlich der Fall war.

Während des 10-wöchigen Kurses traf man sich einmal pro Woche, um die nächste Übung zu erlernen und den Übungserfolg der vorhergehenden Woche untereinander zu besprechen.

Die Versuchspersonen wurden in einer modifizierten Art des autogenen Trainings nach LANGEN unterrichtet. Wir verzichteten dabei auf die sogenannten "Viszeralübungen", um einen besonderen Wert auf die optimale Generalisierung von "Ruhe", "Schwere" und "Wärme" zu legen. Hierbei allerdings hielten wir uns streng an die Übungsformeln von SCHULTZ, zumindest wie er sie etwa bis 1960 angegeben hatte. Zusätzlich zur schon erwähnten Messung vor Beginn des Kurses wurden nach 3 und nach 10 Wochen die Elektromyogramm-Aktivitäten von Unterarmflexoren und M. frontalis vor und nach Beendigung der Übung gemessen.

Ein Vierteljahr nach Kursende wurden noch einmal je zwei Kontrollmessungen durchgeführt.

In der ersten Kursstunde füllten alle Teilnehmer den FPI-Test Teil A aus (FPI = Freiburger Persönlichkeitsinventar), nach den Kontrollmessungen den FPI Teil B.

Die Feedbackgruppe setzte sich wie folgt zusammen:
Sechs weibliche Patientinnen, davon eine 22-jährige Studentin, eine 24-jährige Lehrerin, eine 24-jährige Angestellte, eine 32-jährige Arzthelferin, eine 34-jährige Angestellte und eine 38-jährige MTA;
vier männliche Patienten, davon ein 25-jähriger Student, ein 34-jähriger Germanist, ein 36-jähriger Polizist und ein 42-jähriger Arbeiter.

Noch keine der Versuchspersonen hatte Erfahrung mit irgendeiner Art von Entspannungsübungen gemacht. Einmal wöchentlich fanden die insgesamt 10 Sitzungen statt, in denen Entspannung mit Hilfe von EMG-Biofeedback gelehrt wurde. Aus technischen Gründen waren nur Einzelsitzungen möglich.

Jeweils eine halbe Stunde war jede Vp an das Gerät angeschlossen. Dadurch bot sich die Möglichkeit, nicht nur Ausgangs- und Endwert der EMG-Aktivität der Unterarmflexoren und des M. frontalis aufzuzeichnen, sondern auch den Spannungsverlauf während der Sitzung.

Nach jeder Sitzung wurde ein ausführliches Gespräch mit der Vp geführt, in dem sie über den Verlauf der Übung berichtete. Die Aussagen wurden protokolliert. Auch die Teilnehmer dieser Gruppe füllten vor Beginn der ersten Sitzung den FPI-Test Teil A aus. Wie auch in der anderen Gruppe wurden ein Vierteljahr nach Kursende pro Versuchsperson zwei Kontrollmessungen durchgeführt. Bei dieser Gelegenheit füllte dann jeder den FPI Teil B aus.

5. Versuchsanordnung

5.1. Räumlichkeiten

Sämtliche Messungen wurden in einem Kellerraum der Nachsorgeklinik der Universitätsklinik Mainz vorgenommen. Die Umgebungstemperatur lag relativ konstant bei 23°C. Diese Temperatur wurde besonders während der Hitzeperiode im Sommer 1976 als angenehm empfunden. Da als einzige Lichtquelle eine Schreibtischlampe diente, war der Raum während der Übungen stets abgedunkelt. Von außen drangen nur selten Störgeräusche hinein, so daß im allgemeinen Stille herrschte. Da ein Bett zur Verfügung stand, konnte im Liegen geübt und gemessen werden.

Einziger Nachteil waren die relativ schlechten Luftverhältnisse. Da nur ein kleines Schachtfenster zum Lüften zur Verfügung stand, klagten einige Probanden über die zu stickige Luft.

5.2. Meßstellen am Körper

Bei der Beschreibung des Meßgerätes wurde schon erwähnt, daß der "Autogen 1700" über zwei Elektrodeneingänge verfügt und damit die Möglichkeit bietet, die EMG-Aktivitäten von zwei Muskeln oder Muskelgruppen gleichzeitig zu registrieren. Durch Umstellen eines Schalters zeigt der Zeiger dann jeweils den Spannungszustand eines Muskels an.

Bei der Muskelkontraktion spielen je nach Muskel zwei Komponenten eine unterschiedlich große Rolle: Die isotonische und die isometrische Kontraktionsform.

Vorwiegend isotonisch kontrahiert werden z.B. die Unterarmflexoren, die erste Muskelgruppe, deren Elektromyogramm-Aktivität wir bestimmten. Die Entspannung dieser Muskeln bereitet im allgemeinen keine besonderen Schwierigkeiten, da es über die Antagonisten möglich ist, aktiv eine Längenveränderung und damit auch eine Muskelentspannung herbeizuführen.

Dadurch war es z.B. den Feedback-Patienten in der ersten Sitzung möglich, durch willentliches Anspannen und Entspannen den Zusammenhang zwischen eigenem Muskeltonus und dem über Kopfhörer rückgemeldeten Feedbackton zu erkennen.

Ein Elektrodensatz besteht aus drei Elektroden, wovon zwei als Meßelektroden und eine als Erdung dient. Die Standardableitpunkte für die Unterarmflexoren können der Abbildung 4 entnommen werden. Die indifferente Elektrode liegt im Umkreis von etwa 10 cm zu einer der Meßelektroden.

Vorwiegend isometrisch kontrahiert wird dagegen der Musculus frontalis, der zweite von uns ausgezeichnete Muskel. Erfahrungsgemäß bereitet seine Entspannung weit größere Schwierigkeiten. Sie kann nur erreicht werden durch ein Herabsetzen des allgemeinen Erregungsniveaus des gesamten Körpers. Man hat den Stirnmuskel auch als das "Spannungsbarometer" der gesamten Muskulatur bezeichnet. Er bietet somit die beste Möglichkeit, den Entspannungszustand des gesamten Körpers zu erfassen.

Die Ableitpunkte für den M. frontalis sind der Abbildung 5 zu entnehmen.

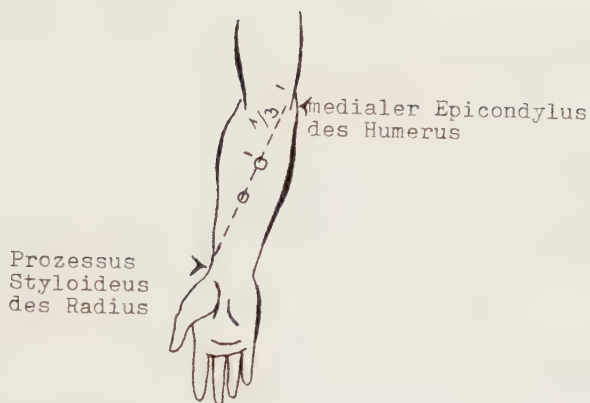


Abb.4: Elektrodenpositionen an den Unterarmflexoren

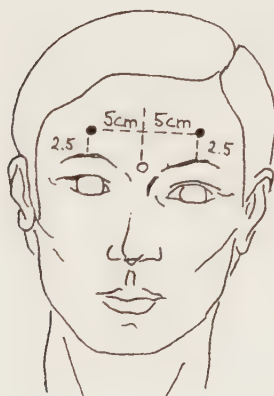


Abb.5: Elektrodenpositionen am M. frontalis

III PRÜFVERFAHREN

Um exakte Aussagen über die Ergebnisse unserer Untersuchungen machen zu können, haben wir die Meßdaten mit Hilfe zweier Prüfverfahren untersucht.

Beim Vergleich der Meßdaten innerhalb einer Gruppe benutzten wir den WILCOXON-Test für paarige Stichproben (Irrtumswahrscheinlichkeit $= 0.05$).

Der U-Test (MANN-WHYTNEY-WILCOXON) für unverbundene Stichproben kam zur Anwendung, wenn die Daten der beiden Gruppen miteinander verglichen werden sollten (Irrtumswahrscheinlichkeit $= 0.05$).

In den Abb. 6 - 9 ist die Standardabweichung des Mittelwerts der jeweiligen Messung eingetragen .

IV ERGEBNISSE

1.1. Die durchschnittlichen EMG-Werte der aT-Gruppe

Aus den Meßdaten sämtlicher Teilnehmer der Gruppe "autogenes Training" wurde das arithmetische Mittel gebildet. Die erste Messung wurde zu Beginn des Kurses durchgeführt, noch bevor die erste Übung erlernt war.

Hier müssen wir noch eine Bemerkung voranschicken. Die Messung der Ausgangsspannung erbrachte bei beiden Gruppen während der ersten Sitzungen relativ hohe Werte. Erst im Verlauf des Kurses pendelte sich die EMG-Aktivität vor Beginn der Übung auf ein niedrigeres Niveau ein. In Gesprächen mit den Versuchspersonen erfuhren wir die Gründe für diese anfänglichen Verspannungen: Furcht vor dem Ungewissen, da keiner eine genaue Vorstellung von dem hatte, was ihn erwartete, ferner der feste Wille, es gleich beim ersten Mal besonders gut zu machen und schön entspannt dazuliegen (was erst recht zu einer Verkrampfung führte) und das Gefühl, beobachtet zu werden.

Aus diesen Gründen wollen wir dem gemessenen Wert von durchschnittlich $1.05 \mu V$ für die Unterarmflexoren keine große Bedeutung beimessen.

Nach drei Wochen nahmen wir die zweite Messung vor. Zu diesem Zeitpunkt hatten schon alle Mitglieder der Gruppe über ein subjektiv empfundenes Schwereerlebnis in den Armen berichtet.

Als Ausgangswert erhielten wir $0.76 \mu V$. Nun wurden die Versuchspersonen gebeten, mit der Übung zu beginnen. Das Kommando zum Zurücknehmen gab der Versuchsleiter nach drei Minuten. Im Verlauf des autogenen Trainings sank die Muskelspannung im Durchschnitt auf $0.63 \mu V$.

Die dritte Messung folgte nach zehn Wochen, also zu Ende des Kurses.

Kurz vor Beendigung der Übung konnten wir jetzt $0.56 \mu V$ messen. Die Endwerte der 2. und 3. Messung haben wir mit Hilfe des WILCOXON-Test für paarige Stichproben verglichen. Der Test zeigt, daß sich nach zehn Wochen eine signifikante Verminderung des Muskeltonus im Vergleich zur dritten Woche eingestellt hatte.

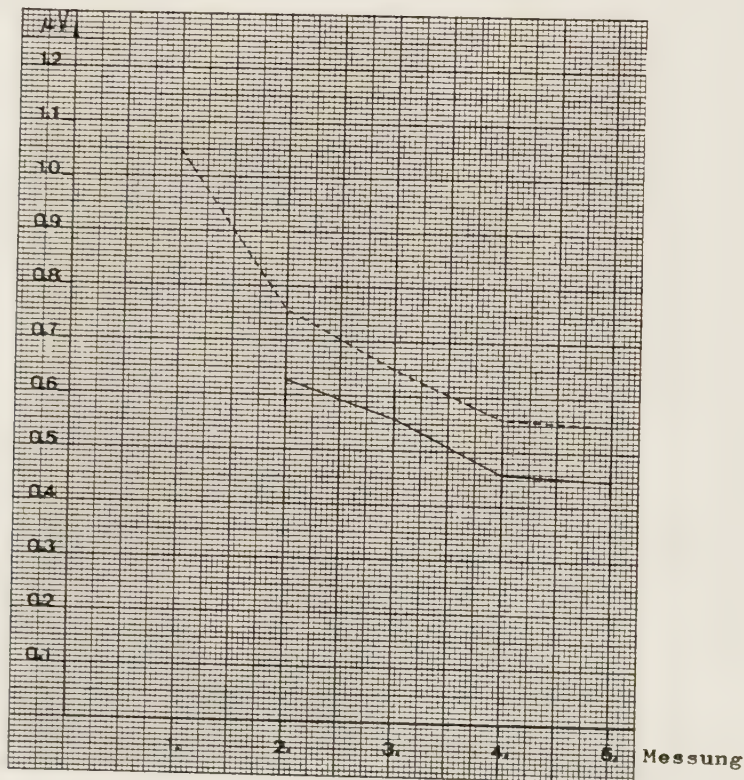


Abb. 6: EMG-Aktivität der Unterarmflexoren
gestrichelt: vor dem autogenen Training
durchgezogen: am Ende der Übung
Bei den Endwerten der jeweiligen Messung ist die Standardabweichung des Mittelwertes eingezeichnet.

Dann entließen wir die Patienten mit dem Auftrag, auch nach Beendigung des Kurses täglich zu Hause weiter zu üben.

Nach einem weiteren Vierteljahr, insgesamt also ca. ein halbes Jahr nach Kursbeginn, führten wir pro Person zwei Kontrollmessungen im Abstand von einer Woche durch. Am Ende der Übung konnten wir im Durchschnitt $0.46 \mu\text{V}$ bzw. $0.45 \mu\text{V}$ messen. Wie der Abb. 6 zu entnehmen ist, hatten sich die EMG-Werte nun auf ein Niveau eingependelt, das noch unter dem zu Kursende lag.

Durch die Konzentration auf "Ruhe, Schwere, Wärme" konnte offensichtlich der Lernerfolg in dem Vierteljahr noch vergrößert werden, d.h. der Zustand der muskulären Hypotonie wurde noch vertieft.

In der gleichen Weise wie mit den Unterarmflexoren verfahren wir auch mit dem M. frontalis.

Wie schon erwähnt, ist der Stirnmuskel ein guter Indikator für den Entspannungszustand des gesamten Körpers. Daher interessierten uns die folgenden Daten ganz besonders.

Anlässlich der ersten Kursstunde nahmen wir wieder einen Ausgangswert, es ergaben sich im Durchschnitt $0.11 \mu\text{V}$.

Nach drei Wochen folgte die zweite Messung. Als Mittelwerte aller Probanden nahmen wir vor der Übung $0.085 \mu\text{V}$ ab, kurz vor dem Zurücknehmen $0.072 \mu\text{V}$.

Am Kursende nach zehn Wochen betrugen die Ausgangs- und Endspannungen im Mittel $0.078 \mu\text{V}$ bzw. $0.067 \mu\text{V}$. Beim Vergleich der Endwerte von der 3. und der 10. Woche mit Hilfe des WILCOXON-Tests für paarige Stichproben zeigt sich ein signifikanter Unterschied.

Im Verlauf des Kurses wurde die Entspannung also immer besser realisiert.

Nun waren wir gespannt, ob die Kontrollmessungen nach einem Vierteljahr noch einmal niedrigere Werte ergeben würden, oder ob die bestmögliche Entspannung schon

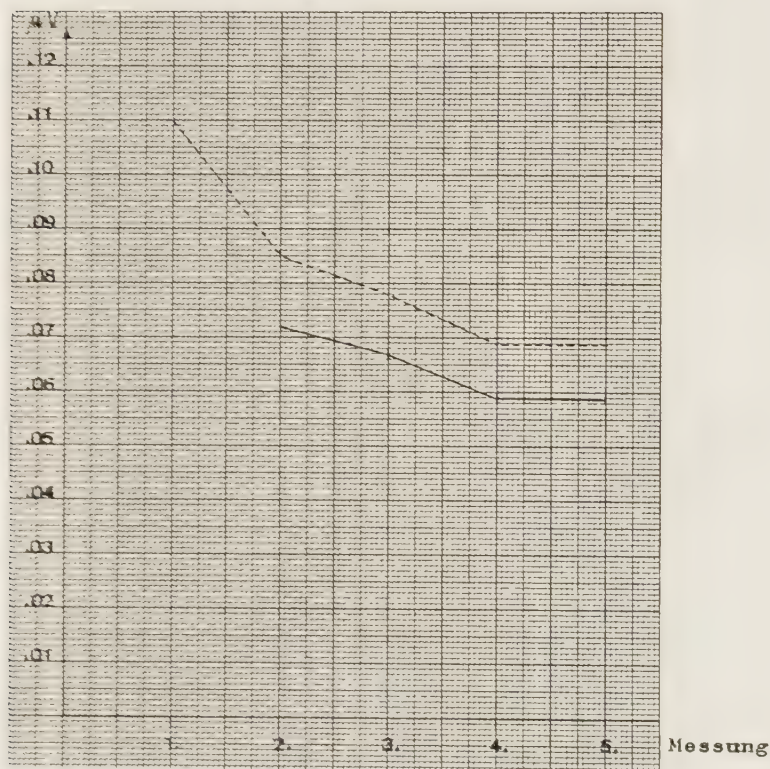


Abb. 7: EMG-Aktivität des M. frontalis
 gestrichelt: vor dem autogenen Training
 durchgezogen: am Ende der Übung
 Bei den Endwerten der jeweiligen Messung ist
 die Standardabweichung des Mittelwertes
 eingezeichnet.

erreicht wäre. Tatsächlich wurden die EMG-Werte noch einmal gesenkt; auf durchschnittlich 0.069 uV vor der Übung, auf 0.059 uV bei beiden Kontrollmessungen am Ende der Übung.

Aus Abb. 7, in der auch die Standardabweichung des Mittelwertes der jeweiligen Messung eingetragen ist, ersehen wir, daß die EMG-Aktivitäten im Verlauf des Vierteljahres nach Kursende noch weiter erniedrigt wurden. Auf Befragen gaben alle zwölf Versuchspersonen mit einer einzigen Ausnahme an, daß sie während der gesamten Zeit regelmäßig ihre Übungen dreimal täglich durchgeführt hatten.

Unseren Meßdaten entnehmen wir, daß es unter der Voraussetzung des regelmäßigen Übens ungefähr ein halbes Jahr dauert, bis durch das autogene Training der bestmögliche Entspannungszustand erreicht wird.

Eine genauere Zeitangabe ist uns nicht möglich, da wir ja in dem Vierteljahr nach Kursende keine Messungen durchführten.

1.2. Die durchschnittlichen EMG-Werte in der Feedbackgruppe

Auch aus den EMG-Aktivitäten der Unterarmflexoren und des M. frontalis der zehn Teilnehmer der Feedbackgruppe bildeten wir die Durchschnittswerte. Gemessen wurde jeweils zu Beginn der Sitzung und nach einer halben Stunde, also zum Ende der Sitzung. Zunächst betrachteten wir uns wieder die Werte der Unterarmflexoren. Als Ausgangsspannung erhielten wir im Durchschnitt 1.18 uV. Aus den schon oben ange-

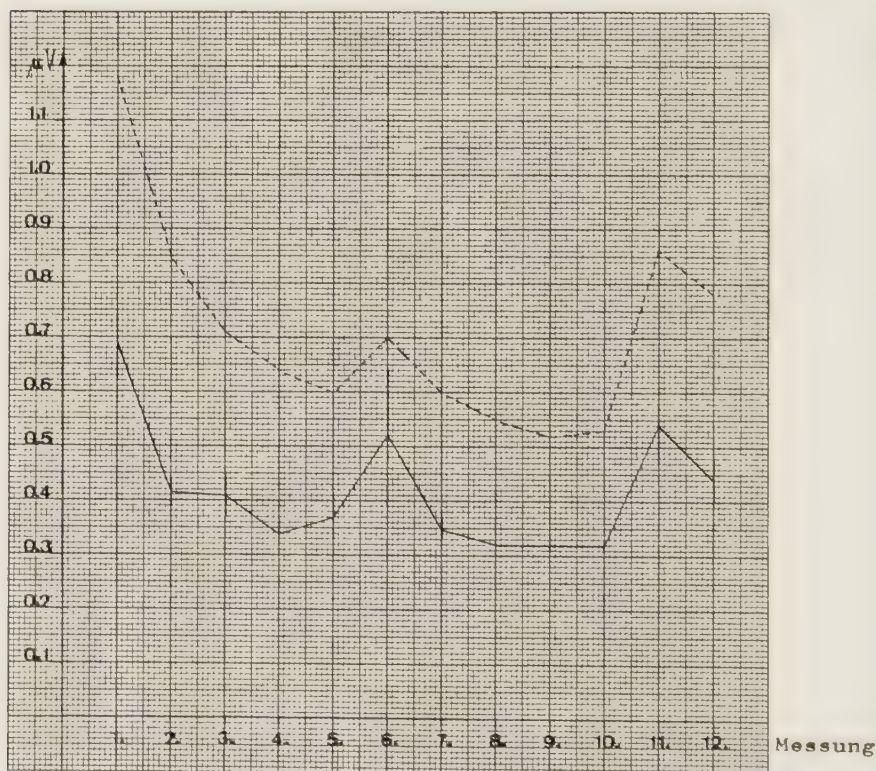


Abb. 8: EMG-Aktivität der Unterarmflexoren
gestrichelt: Beginn der Feedbacksitzung
durchgezogen: Ende der Feedbacksitzung (30')
(Erläuterung siehe Text)

führten Gründen ist auch dieser erste Ausgangswert mit Vorbehalt zu betrachten.

Nach einer halben Stunde konnte dieser Wert schon während der ersten Sitzung auf 0.69 uV gesenkt werden. Dies entspricht einer Abnahme der EMG-Aktivität um 42%. Bereits beim erstenmal gelang es allen Probanden, sich mit der Apparatur vertraut zu machen und mit Hilfe des Feedbacktones in einen entspannten Zustand zu gelangen (wir verwendeten ein sog. "Click-Feedback", wobei die Pulsationsrate eines über Kopfhörer gegebenen Tones einer Zu- oder Abnahme der Muskel-Aktivität entspricht).

Von Sitzung zu Sitzung konnten wir nun eine abfallende Tendenz der Werte beobachten. Die vierte Messung (entspricht der zweiten Messung in der aT-Gruppe) erbrachte folgende Daten: Bei Beginn des Feedbacks 0.64 uV, nach einer halben Stunde 0.34 uV.

Um diese Werte der vierten Sitzung schwankten auch diejenigen der folgenden sechs Messungen. Lediglich die sechste Messung brachte noch eine starke Abweichung nach oben, was durch die extrem hohen Meßdaten einer Probandin zu erklären ist, der während dieser Sitzung keine Entspannung der Flexoren gelang.

Nach zehn Wochen, also am Ende der Feedbacktherapie, registrierten wir als Ausgangsspannung 0.52 uV, als Endspannung 0.32 uV. Der WILCOXON-Test für paarige Stichproben zeigt, daß die EMG-Werte der vierten und der zehnten Messung keine signifikanten Unterschiede aufweisen. In den letzten sechs Wochen konnte der Entspannungszustand der Unterarmflexoren also nicht mehr vertieft werden.

Während der zehn Kurswochen wurde den Probanden aufgetragen, sich einmal pro Tag zu Hause ca. 20 Minuten zu entspannen. Ziel sollte es sein, den

während der Sitzung erreichten Entspannungszustand zu erlangen, der von allen als angenehm empfunden wurde. Dies sollte allein durch die Vorstellung geschehen, sie seien an den Apparat angeschlossen und könnten den Clickton hören.

Vor der ersten Kontrollmessung nach einem Vierteljahr wurde jeder nach diesen häuslichen Übungen befragt. Es stellte sich dabei heraus, daß sieben von den zehn Patienten mit den Entspannungsübungen ganz aufgehört hatten. Zwei führten sie noch gelegentlich durch, ein einziger regelmäßig jeden Tag..

Als Grund für dieses Nachlassen wurde zunächst meist Zeitmangel angegeben. Nach eingehender Befragung stellte sich jedoch heraus, daß die Motivation zum Üben mit der Zeit immer mehr nachgelassen hatte, da keine Vergleichsmöglichkeit mehr zum Entspannungszustand während einer Sitzung bestand, wie es in den ersten zehn Wochen der Fall gewesen war. Die Realisierung der Vorstellung, an das Gerät angeschlossen zu sein und den Ton zu hören, gelang mit zunehmender Zeit immer schlechter.

Bei den Kontrollmessungen zeigte sich, daß die EMG-Werte wieder steil angestiegen waren (siehe Abb. 8). Die Kursteilnehmer hatten in der Zwischenzeit also verlernt, sich tief zu entspannen.

Wie schon erwähnt, begannen wir erst in der zweiten Kursstunde damit, auch die EMG-Aktivität des M. frontalis abzuleiten, um den Versuchspersonen in der ersten Sitzung Gelegenheit zu geben, anhand der leicht zu entspannenden Unterarmflexoren das Prinzip des EMG-Biofeedbacks zu erlernen.

Die ersten Meßwerte am Stirnmuskel ergaben 0.11 uV

vor der Sitzung und 0.078 uV nach einer halben Stunde. Die vierte Sitzung, die wieder der zweiten Messung der aT-Gruppe entspricht, ergab als Endwert 0.07 uV . Im Gegensatz zu den Unterarmflexoren, wo der bestmögliche Entspannungszustand bereits nach drei Wochen (4. Sitzung) erreicht war, setzte sich die abfallende Tendenz der EMG-Aktivitäten am M. frontalis bis zur siebten Messung fort. Dann erst pendelten sich auch hier die Werte ein. Die letzte Messung nach zehn Wochen erbrachte folgendes Bild: Zu Beginn 0.076 uV ,

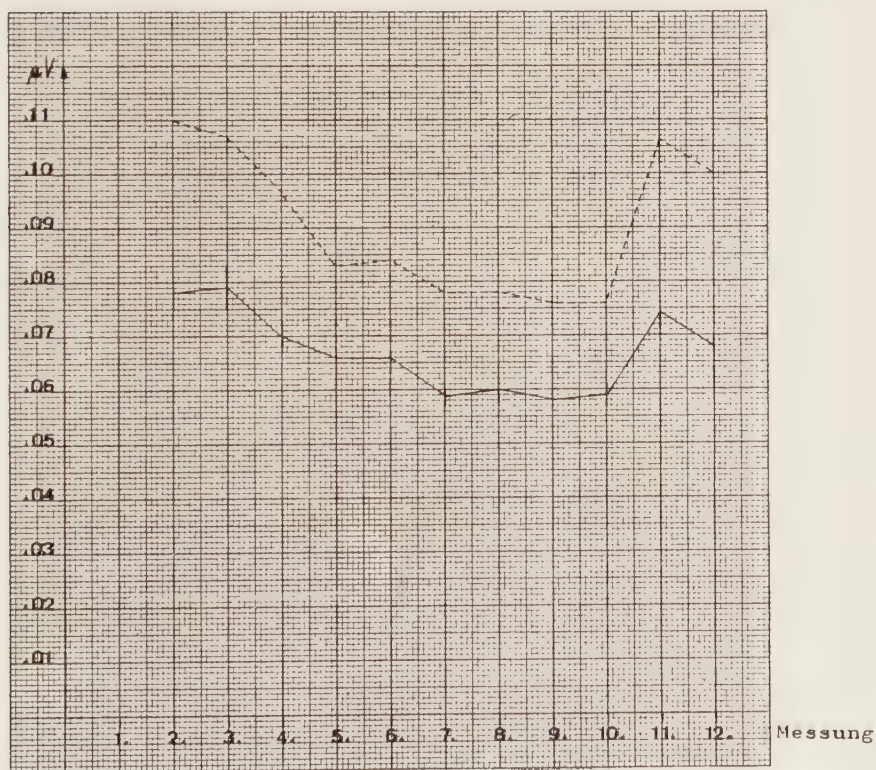


Abb. 9: EMG-Aktivität des M. frontalis
gestrichelt: Beginn der Feedbacksitzung
durchgezogen: Ende der Feedbacksitzung (30')

nach einer halben Stunde 0.059 uV. Vergleichen wir diesen Endwert mit dem der ersten Sitzung, so konnte der EMG-Wert des Stirnmuskels im Verlauf der zehnwöchigen Feedbacktherapie um 24% gesenkt werden. Wie kaum anders zu erwarten, brachten die beiden Kontrollmessungen ein Vierteljahr nach Kursende aus denselben Gründen ein ähnliches Bild wie bei den Unterarmflexoren: Die Werte waren wieder rapide angestiegen. Laut Abb. 9 entspricht der Endwert der ersten Kontrollmessung (0.074 uV) ungefähr dem Stand der zweiten Sitzung, die zweite Kontrollmessung erreicht immerhin schon wieder das Niveau der vierten Sitzung.

Auch hier gilt, daß das Entspannen des M. frontalis in der seit Kursende vergangenen Zeit wieder verlernt worden war.

1.3. Einzelfallstudien

Fall 1: 34-jähriger Patient

G. hatte sich in Behandlung begeben, da er über häufig auftretende Kopfschmerzen klagte. Diese stellten sich mindestens einmal pro Woche ein und waren auf die linke Stirnhälfte beschränkt. Auch Schmerzmittel hatten kaum noch Linderung gebracht. Viele Sorten davon hatte er schon durchprobiert.

Berufliche Überbeanspruchung und die zusätzliche Arbeit an seiner Dissertation hatten den Zustand in letzter Zeit noch verschlimmert.

G. war sofort bereit, an einem Feedbacktraining teilzunehmen. Er hatte von einem verwandten Psychologen schon von der Entspannungsmethode mit Hilfe von EMG-Feedback gehört. Später äußerte er dann einmal, er sei froh gewesen, nicht in die andere Gruppe gekommen zu sein, da er das autogene Training für "albernen Quatsch" halte.

Die erste Messung erbrachte an den Unterarmflexoren einen relativ hohen Ausgangswert (siehe Abb. 10). Auf Befragen erklärte er hinterher, er habe zu Beginn der Sitzung über sich an der Decke eine Spinne gesehen, außerdem habe er sich beobachtet gefühlt; daher sei ihm zunächst keine Entspannung gelungen. Nach 10 Minuten fiel der Wert dann auf 0.45 uV; er berichtete hinterher, er habe das Gefühl gehabt zu schweben.

Ab der zweiten Sitzung berichtete G. regelmäßig über Schweregefühl in den Armen und Beinen, nach der Sitzung fühlte er sich immer vollkommen entspannt.

Ab der fünften Sitzung berichtete er dann, daß seine Kopfschmerzen nun nicht mehr so häufig aufträten. Da er glaubte, einen Zusammenhang zwischen seinen

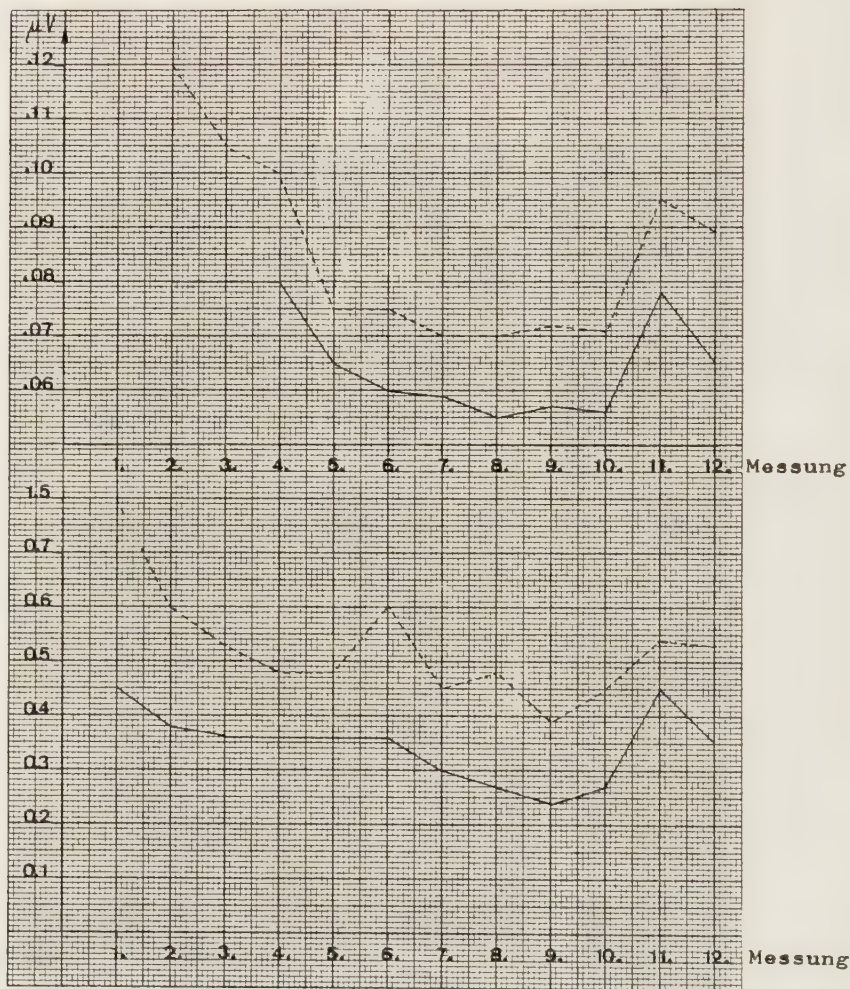


Abb. 10: 34-jähriger Feedbackpatient

oben: M. frontalis

unten: Unterarmflexoren

Meßergebnissen und seiner Kopfschmerzaktivität erkannt zu haben, entwickelte er nun einen geradezu sportlichen Ehrgeiz, jedesmal das Ergebnis der letzten Trainingsstunde noch zu unterbieten. Er erkun-

digte sich auch laufend nach den Meßdaten der anderen Patienten, um so seine eigenen Ergebnisse besser einordnen zu können. Er kam gern zu den Kursstunden; nach eigenen Äußerungen habe er sich sogar jede Woche darauf gefreut.

Die Kopfschmerzen traten nun immer seltener auf; bei den Kontrollmessungen ein Vierteljahr nach Kursende berichtete er, er habe letztes mal vor drei Wochen Kopfschmerzen gehabt.

Er war auch der einzige, der zu Hause noch regelmäßig seine Entspannungsübungen durchführte.

Im FPI zeigten die Halbformen A und B einige Unterschiede. So war die FPI-Skala 8 (gehemmt, gespannt) vom Standardwert 8 (= 7% der männlichen Bevölkerung dieses Alters zeigen diese Merkmalsausprägung) auf den Wert 5 zurückgegangen, der mit 54% der Bevölkerung genau in der Mitte liegt.

Die FPI-Skala 4 (Erregbarkeit) war vom Standardwert 7 (12%) auf 6 (Normbereich) zurückgegangen.

Ein weiteres halbes Jahr später erkundigten wir uns noch einmal nach seinem Befinden. Die Kopfschmerzen traten nun wieder häufiger auf, wenn auch nicht so wie vor Beginn des Feedbacktrainings.

Fall 2: 38-jährige Patientin

Frau B. hatte sich wegen oft auftretender Migräneanfälle in die Behandlung der Poliklinik begeben. Die Häufigkeit der Anfälle richtete sich nach ihrer persönlichen Verfassung, zur Zeit habe sie viele Überstunden zu machen und es gehe ihr besonders schlecht.

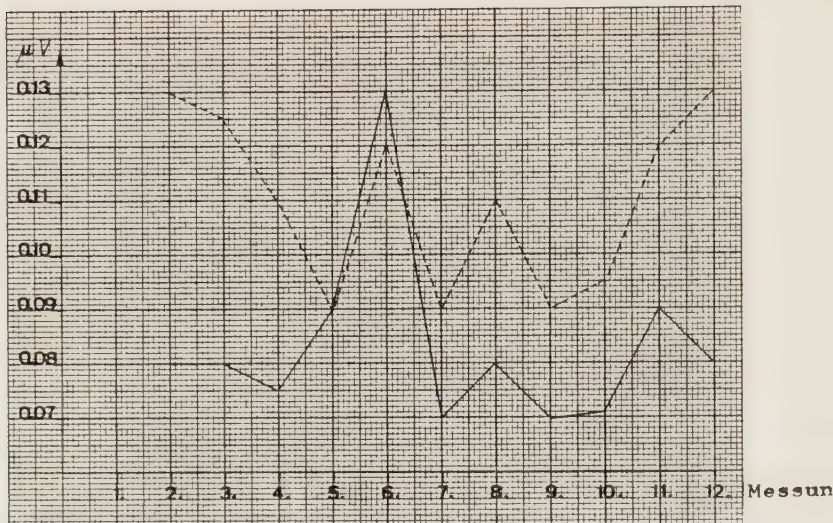


Abb. 11: 38-jährige Feedbackpatientin
 BMG-Aktivität des M. frontalis

Frau B. hatte noch nie etwas vom EMG-Feedback gehört. Während des gesamten Kurses zeigte sie eine sehr ablehnende Haltung dieser Methode gegenüber. Eine weitere Schwierigkeit stellte sich schon in der ersten Sitzung ein. Obwohl ihr eine gute Entspannung gelang und sie hinterher berichtete, auf der linken Körperhälfte ein Gefühl der Schwere empfunden zu haben, klagte sie darüber, daß sie der Feedback-ton störe. Daraufhin wurden die verschiedenen Feedback-töne durchprobiert, die das Gerät liefert. Sie konnte sich allerdings mit keinem davon anfreunden. Die Spannungsverläufe des Stirnmuskels von Frau B. sind der Abbildung 11 zu entnehmen. Im Vergleich zum vorher beschriebenen Fall schwanken die EMG-Werte stark.

Frau B. kam meist direkt nach der Arbeit zu den

Messungen und wirkte oft angespannt und nervös. Einige mal schlief sie während des Feedbacktrainings vor Übermüdung ein. Sie wurde dann vom Versuchsleiter sofort wieder geweckt.

Während der sechsten Messung verspürte sie plötzlich Kopfschmerzen und war keiner Entspannung mehr fähig. Der EMG-Wert des M. frontalis stieg kontinuierlich an und lag schließlich über dem Ausgangswert. Sie bat dann darum, die Sitzung abubrechen.

Während der zehnwöchigen Trainingszeit konnte Frau B. kein einziges mal über eine Verbesserung ihres Zustandes berichten. Er hatte sich sogar verschlechtert, als wir sie ein Vierteljahr später zu den Kontrollmessungen wiedersahen. Sie hatte sich in der Zwischenzeit bei einem niedergelassenen Arzt in Behandlung begeben und nahm regelmäßig Psychopharmaka ein. Sie befände sich, wie sie meinte, "in einem fürchterlichen Zustand". Das Feedbacktraining habe ihr in keiner Weise geholfen.

Im FPI zeigte Frau B. eine Verschlechterung der Werte fast aller Skalen in der Halbform B gegenüber der Halbform A. Die FPI-Skala 8 (Gehemmtheit) stieg vom Standardwert 5 auf 8 (7%). Die FPI-Skala 4 (Erregbarkeit) vom Standardwert 6 auf 8.

Anhand dieser beiden Fallschilderungen ist zu ersehen, daß der Erfolg des EMG-Feedbacks als Entspannungsmethode auch wesentlich davon beeinflusst wird, welche Einstellung der Proband zu dieser Methode hat. Ähnliche Fälle von "psychischem Widerstand" sind auch beim autogenen Training bekannt.

V DISKUSSION

Vergleichen wir die Elektromyogramm-Aktivitäten der Unterarmflexoren der Gruppe "autogenes Training" mit denen der Feedbackgruppe, so können wir zunächst folgendes feststellen: Bei beiden Gruppen zeigte sich deutlich, daß im Verlauf der Sitzungen die EMG-Aktivität abgenommen hatte. Mit Hilfe des Oberflächen-elektromyogramms kann man also nachweisen, daß Entspannung mit einer muskulären Hypotonie einhergeht. Diese manifestiert sich über eine verringerte Entladungsrates der Motoneurone in einer verminderten elektrischen Muskelaktivität, die dann von uns gemessen wurde.

Das bedeutet: Beim autogenen Training und beim EMG-Feedback beruht das nach einiger Zeit auftretende Schweregefühl in den Armen nicht auf Einbildung, sondern es kann über eine Abnahme der elektrischen Muskelaktivitäten exakt gemessen werden.

Wir haben nun die Endwerte beider Gruppen nach drei und nach zehn Wochen miteinander verglichen. Aus den Abb. 6 und 8 ist zu ersehen, daß die Endwerte der Feedbackgruppe zu beiden Zeitpunkten unter denen der aT-Gruppe liegen. Der U-Test zeigt nach 10 Wochen einen signifikanten Unterschied an. Die Entspannung der Unterarmflexoren gelang in der Feedbackgruppe also besser.

Bei den Kontrollmessungen ein Vierteljahr nach Kursende können keine Unterschiede der EMG-Werte zwischen aT-Gruppe und Feedbackgruppe festgestellt werden. Allerdings darf man hierbei nicht vergessen,

daß die Endwerte der Feedbackgruppe inzwischen wieder das Niveau der zweiten Sitzung erreicht hatten. Man sollte an dieser Stelle erwähnen, daß es den Mitgliedern der aT-Gruppe durch die am Unterarm befestigten Elektroden nicht möglich war, genau die eigentlich vorgeschriebene Übungshaltung für das autogene Training im Liegen einzunehmen. Der zu registrierende Arm mußte in außenrotierter Stellung gehalten werden.

Die Feedbackpatienten dagegen lernten mit der Zeit, die ideale Übungshaltung des Armes zu finden. Über Kopfhörer wurde ihnen die geringste Veränderung der Muskelaktivität im Unterarm rückgemeldet und sie hatten dadurch die Möglichkeit, über eine Korrektur der Armstellung die Pulsationsrate des Feedbacktones zu verringern und infolge dessen auch die EMG-Spannung niedriger zu halten. Diese Kontrollmöglichkeit bestand für die aT-Patienten selbstverständlich nicht.

Vergleichen wir nun die vom Musculus frontalis erhaltenen Elektromyogramm-Aktivitäten beider Gruppen. Nach drei Wochen gelang die Entspannung des Stirnmuskels in beiden Gruppen gleich gut (siehe Abb. 7 und 9). Nach zehn Wochen zeigt der U-Test einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen an. Zu diesem Zeitpunkt ist die Entspannung des M. frontalis von den Feedback-Patienten besser realisiert worden.

Genau das Gegenteil ergeben die Kontrollmessungen ein Vierteljahr nach Kursende.

Nun zeigte es sich, daß die aT-Gruppe besser in der Lage war, den Stirnmuskel zu entspannen.

Die Elektromyogramm-Werte der Feedbackgruppe waren sogar wieder auf das Niveau der ersten Messungen zurückgegangen, während sich die EMG-Werte der aT-Gruppe im Vergleich zur zehnten Woche noch erniedrigt hatten.

Da wir den Musculus frontalis als Indikator für den Entspannungszustand des gesamten Körpers bezeichnet haben, läßt sich sagen: Die Patienten der Gruppe "autogenes Training" waren zum Zeitpunkt der Kontrollmessungen besser dazu in der Lage, ihren Körper zu entspannen, als die Patienten der Feedbackgruppe. Hier zeigte sich also ein Nachteil des EMG-Feedbacks: Es war den Patienten nicht möglich, den während des Kurses erlernten Entspannungsgrad durch Üben außerhalb des Labors über einen längeren Zeitraum beizubehalten.

Diese Feststellung deckt sich nicht mit den Ergebnissen einer Studie von BUDZYNSKI, STOYVA, ADLER und MULLANEY (1973), die sich mit der Therapie des Spannungskopfschmerz durch EMG-Feedback befaßt. Sechs Patienten wurde dabei ein Feedbacktraining des Musculus frontalis über sechzehn Sitzungen angeboten. Auch hier bestand die Anweisung für das tägliche Üben zu Hause nur darin, in der gleichen Weise zu entspannen wie im Labor.

Bei vier der sechs Patienten zeigte sich eine deutliche Abnahme der Kopfschmerzaktivität. Bei einer Nachuntersuchung achtzehn Monate später berichteten drei der Patienten, "daß die Kopfschmerzen auf einem sehr niedrigen Niveau geblieben waren". Es traten nämlich ein- bis zweimal monatlich leichte Kopfschmerzen auf.

"Nachdem sich diese Patienten insgesamt entspannter fühlten, führten sie keine täglichen Entspannungsübungen mehr durch. Sie setzten diese Methode jedoch ein, sobald sie sich besonders verspannt fühlten".

Selbst wenn zu Hause nicht täglich geübt wird, sei es also möglich, "die Fähigkeit zur Herstellung einer geringen EMG-Spannungsstärke beizubehalten" und in das tägliche Leben zu übertragen.

Aus den Kurvenverläufen der EMG-Spannungen des M. frontalis im Anhang ist zu ersehen, daß nicht ein einziger Patient unserer Feedbackgruppe diese Fähigkeit beibehalten hatte, obwohl bei uns nicht achtzehn, sondern insgesamt seit Kursbeginn nur etwa fünf Monate vergangen waren.

Vielleicht bestünde eine Lösung dieses Problems darin, die Patienten mit Taschenfeedbackgeräten auszustatten, mit denen auch zu Hause trainiert werden könnte. Entsprechende Geräte befinden sich schon auf dem Markt. Soll das EMG-Feedback aber nur als Entspannungstraining dienen wie in unserem Fall, so muß man sich fragen, ob dieser Aufwand gerechtfertigt ist, wo man doch mit einer einfacheren Entspannungsmethode wie dem autogenen Training, die noch dazu keinerlei finanziellen Aufwand erfordert, die gleichen oder sogar bessere Erfolge erzielen kann.

VI ZUSAMMENFASSUNG

Die wichtigsten Ergebnisse unserer Untersuchung sind zusammenfassend:

1. Entspannung äußert sich in einer Abnahme der Elektromyogramm-Aktivität der Muskulatur und kann elektromyographisch gemessen werden.
2. Eine Entspannung des Musculus frontalis geht

- stets mit einer Entspannung der Unterarme einher.
3. Je höher der Ausgangswert der Ruhespannung eines Patienten, desto größer ist die prozentuale Abnahme der Muskelspannung während der Übung bei beiden Methoden.
 4. Die Fähigkeit zu tiefer Entspannung wird beim EMG-Feedback schon nach wenigen Sitzungen erlangt, beim autogenen Training erhalten wir die niedrigsten EMG-Werte ein Vierteljahr nach Kursende.
 5. Die Fähigkeit zu tiefer Entspannung ist beim EMG-Feedback in einem Zeitraum von drei Monaten nach Kursende verlorengegangen, während sie sich beim autogenen Training noch vertieft hat.

Wägt man die Vor- und Nachteile beider Methoden gegeneinander ab, so kommt man zu folgendem Schluß: Schnellere Übungserfolge sind mit dem EMG-Feedback zu erzielen, ein lang anhaltender Übungserfolg stellt sich jedoch nur beim autogenen Training ein. Die Wahl einer der beiden Methoden sollte sich hier im Einzelfall nach der Indikationsstellung richten. In den Einzelfallstudien haben wir Beispiele dafür gebracht, daß die subjektive Einstellung des Patienten zur Methode entscheidend für deren Erfolg ist. Auch beim autogenen Training sind Fälle von "psychischem Widerstand" der Patienten bekannt. Hier könnten sich EMG-Feedback und autogenes Training ergänzen, falls eines der beiden Verfahren nicht anwendbar ist. Das autogene Training bietet die Möglichkeit, Gruppensitzungen abzuhalten. Lernen in der Gruppe bereitet weniger Schwierigkeiten und unterstützt die Therapie. Feedback hingegen kann nur in Einzelsitzungen trainiert werden. Das autogene Training gibt dem Patienten durch die

Übungsformeln ein "Werkzeug" in die Hand, mit dessen Hilfe er zu Hause täglich trainieren kann.

Demgegenüber treten beim EMG-Feedback Schwierigkeiten mit dem häuslichen Üben auf, sobald der Kurs beendet ist.

Über den Kopfhörer wird dem Feedbackpatienten die geringste Veränderung seines Muskeltonus rückgemeldet. Nach jeder Sitzung können die jeweils gemessenen EMG-Werte in ein Diagramm eingetragen werden.

Dadurch hat er eine gute Erfolgskontrolle seines gegenwärtigen Übungsstandes.

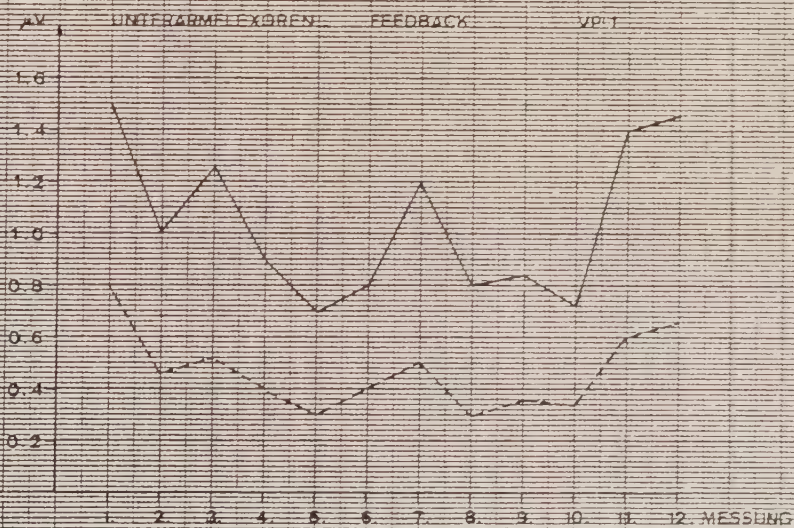
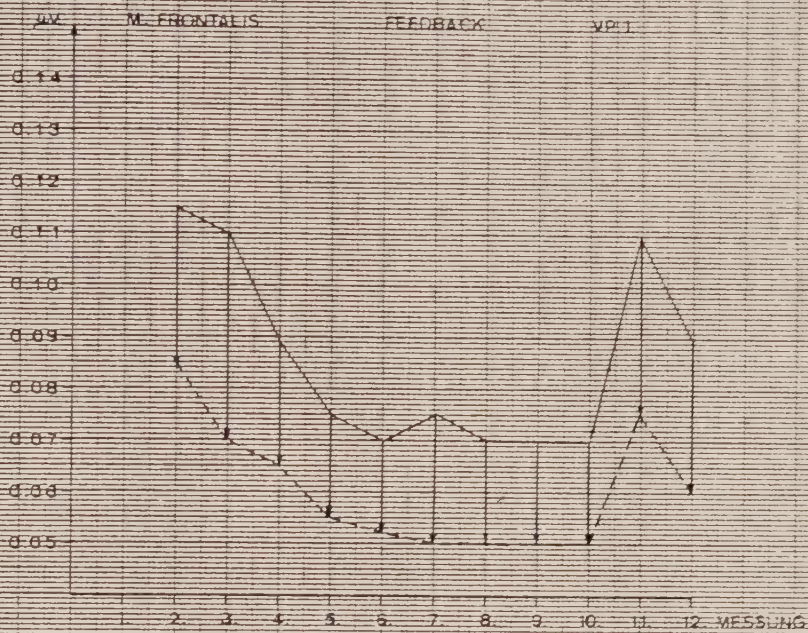
Beim autogenen Training ist der Patient anfangs auf Vermutungen und die Schilderung seiner Mitpatienten angewiesen, um den Stand seines Übungserfolges einordnen zu können.

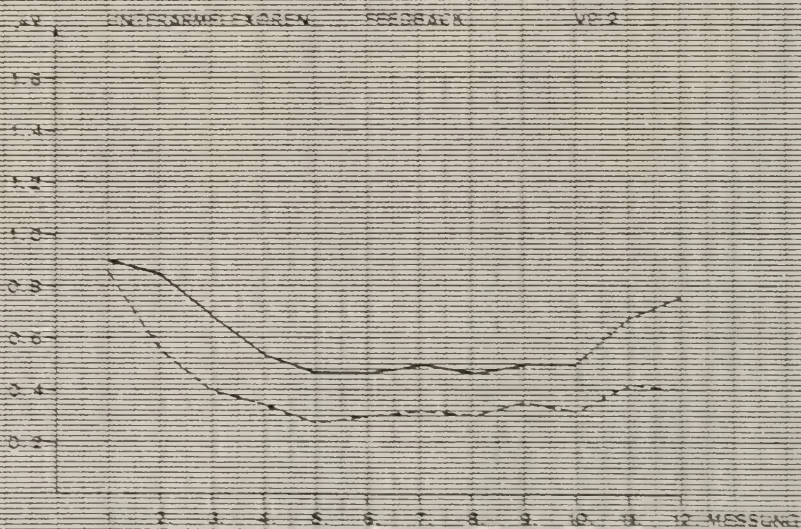
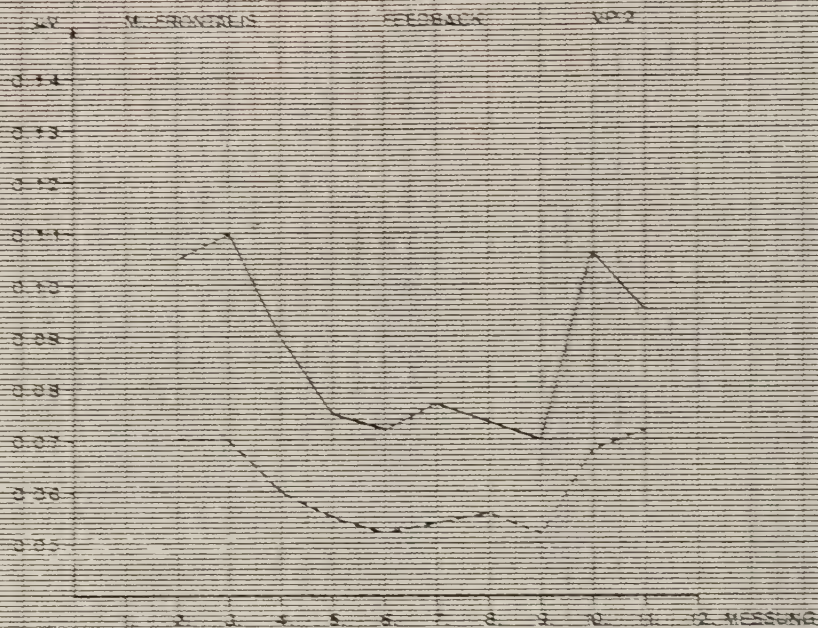
EMG-Feedback ist abhängig von einer kostspieligen Apparatur. Die Dauer einer Sitzung und die Anzahl der zu unterrichtenden Patienten wird durch die Auslastungskapazität des Feedbackgerätes limitiert. Beim autogenen Training dagegen ist keine Ausrüstung nötig, während einer Übungsstunde können gleich mehrere Patienten unterrichtet werden.

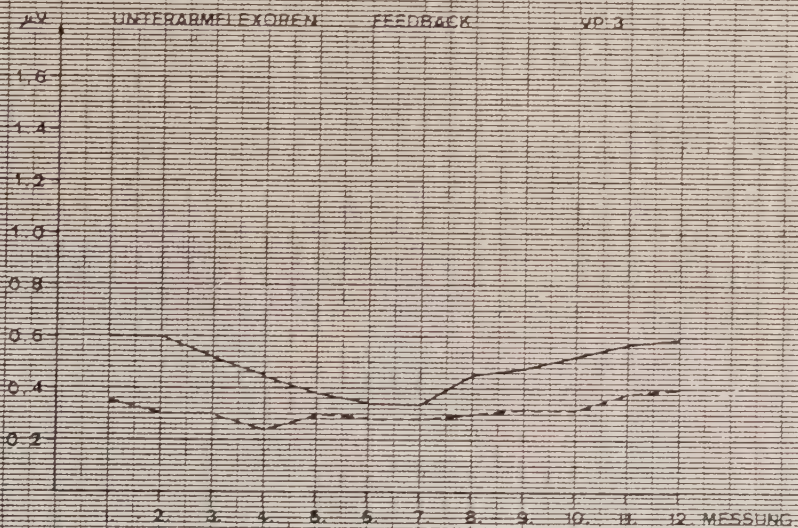
Zusammenfassend stellen wir fest, daß bei Abwägen der Vor- und Nachteile beider Methoden uns das autogene Training geeigneter erscheint, als Entspannungstraining eingesetzt zu werden, als ein auf EMG-Feedback aufgebautes.

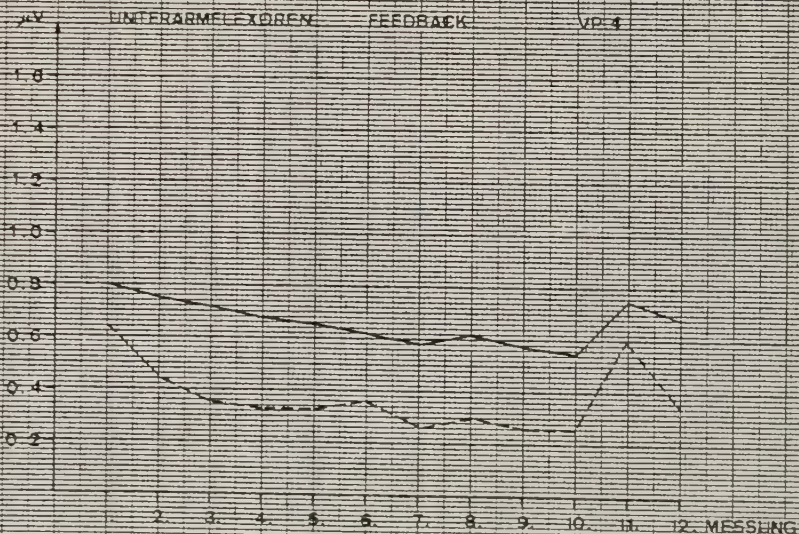
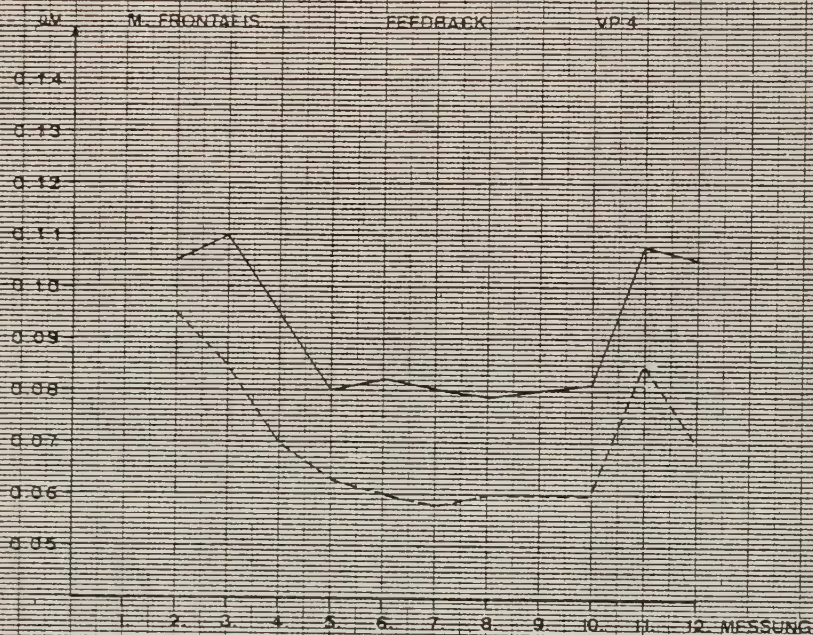
VII ANHANG

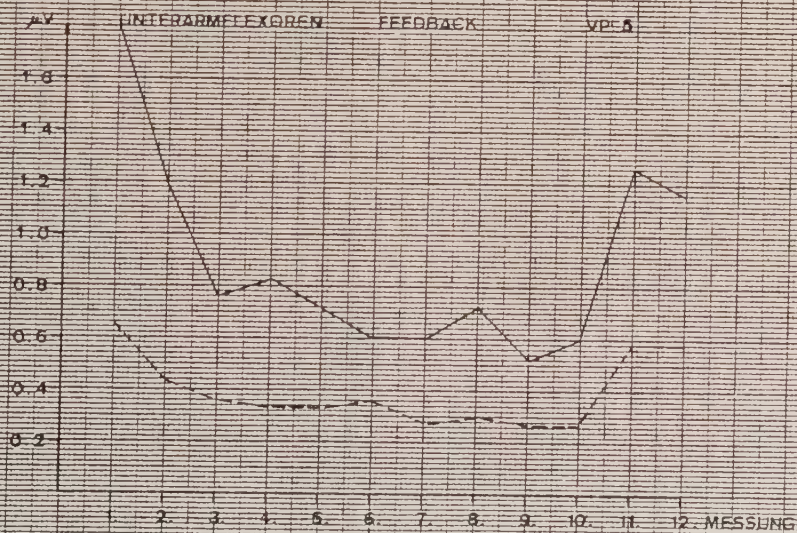
- | | | |
|------|---|----------|
| 1.1. | Graphische Darstellungen der EMG-
Werte von 8 Feedbackpatienten.
durchgezogen: vor der Übung
gestrichelt : am Ende der Übung | S. 43-50 |
| 1.2. | Graphische Darstellungen der EMG-
Werte von 8 aT-Patienten.
durchgezogen: vor der Übung
gestrichelt : am Ende der Übung | S. 51-58 |

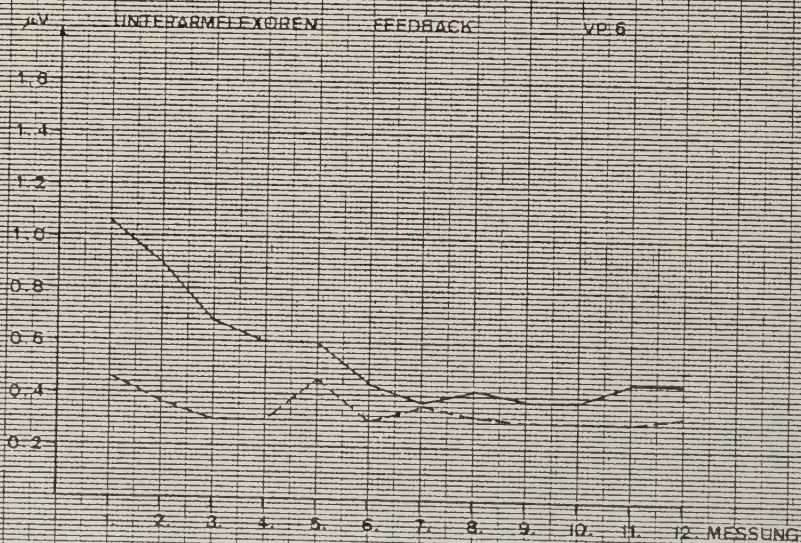
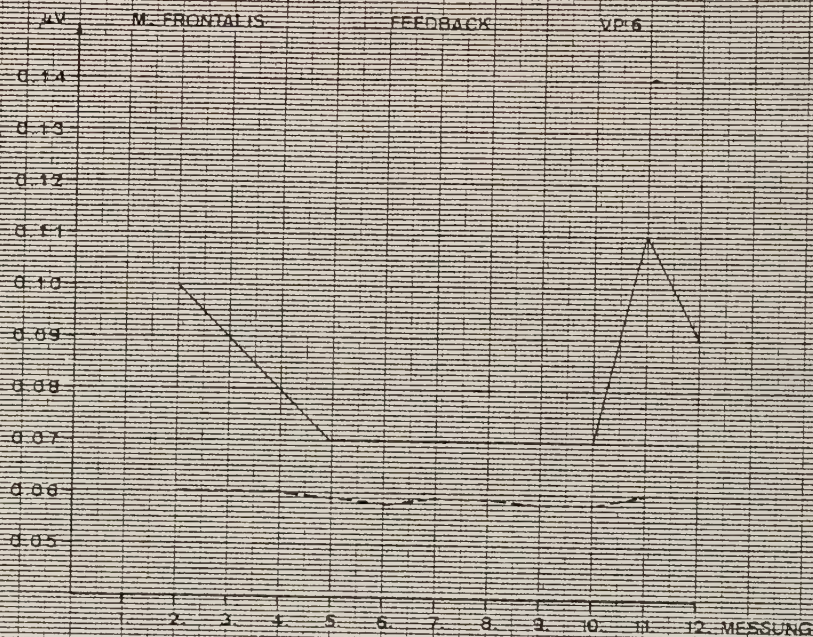


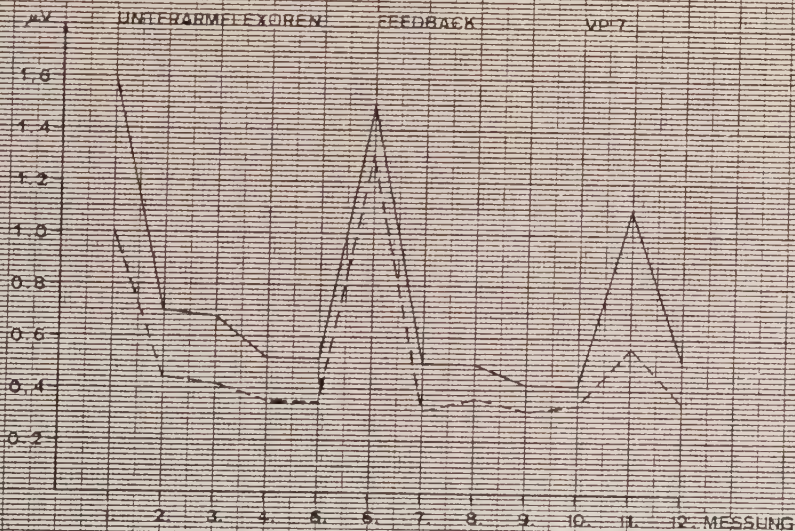


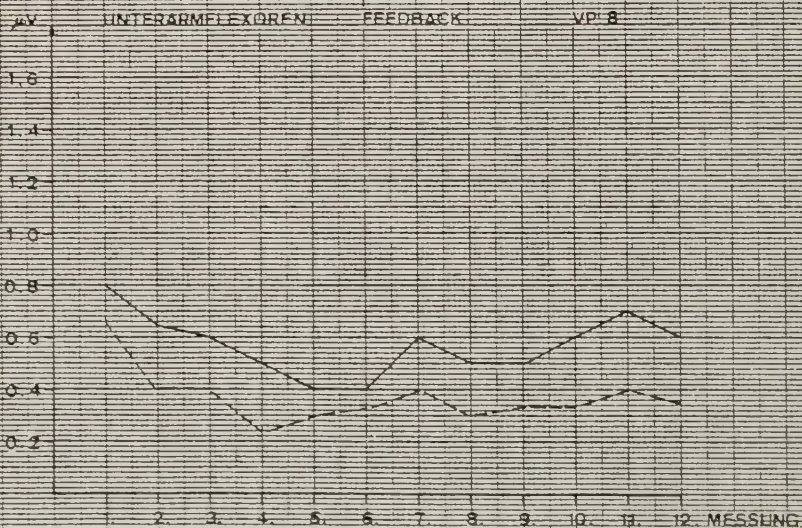
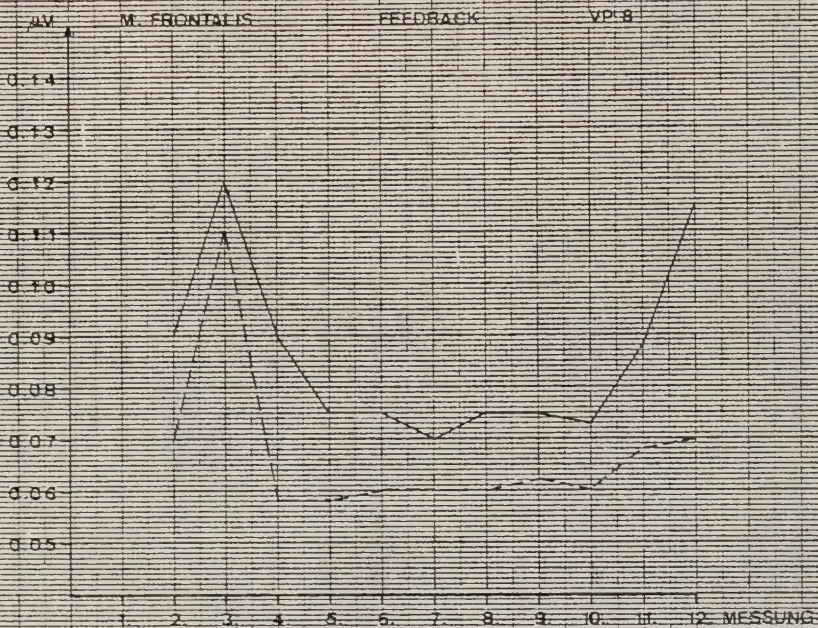


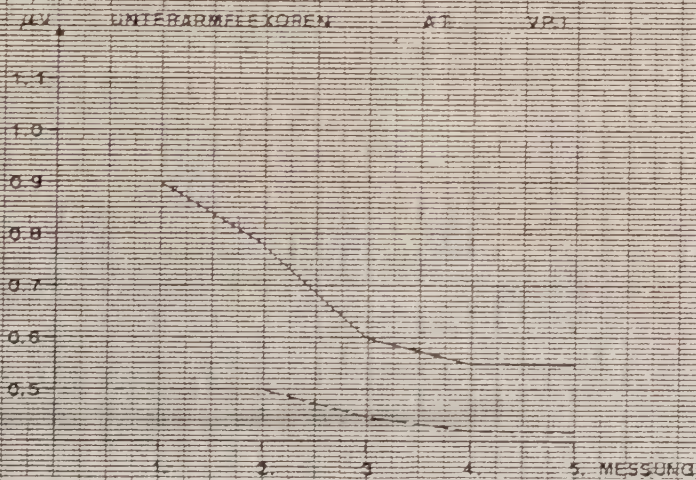


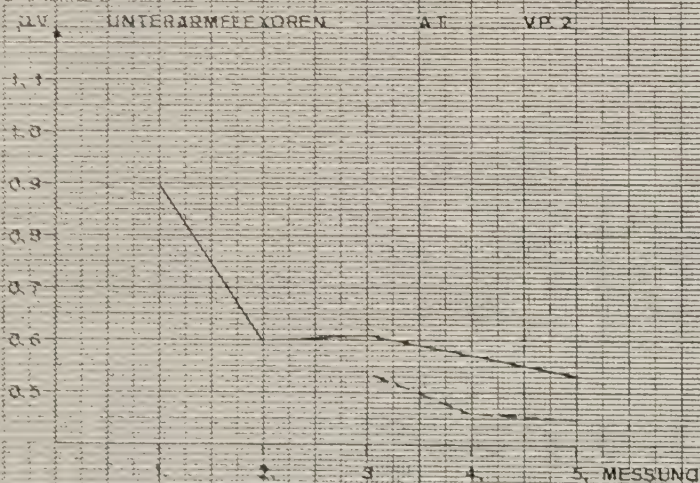
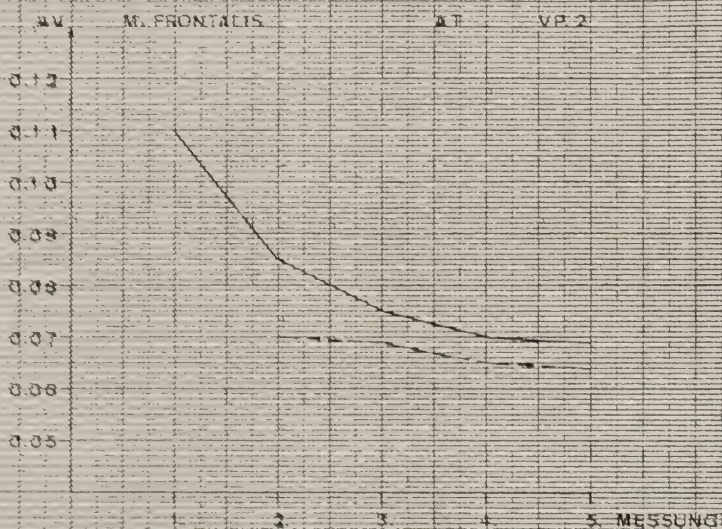


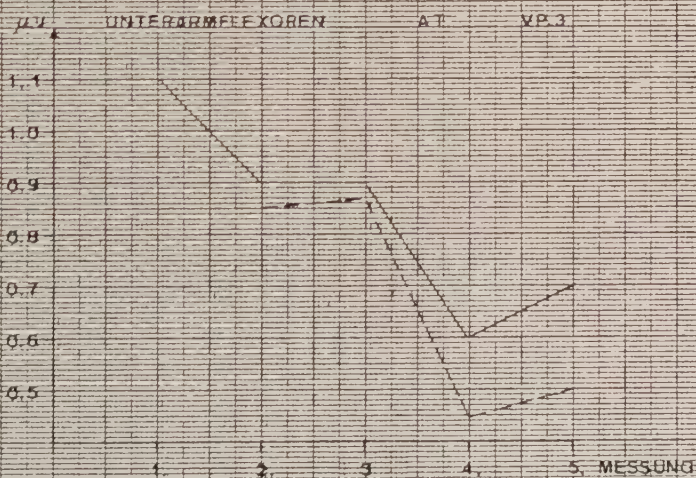
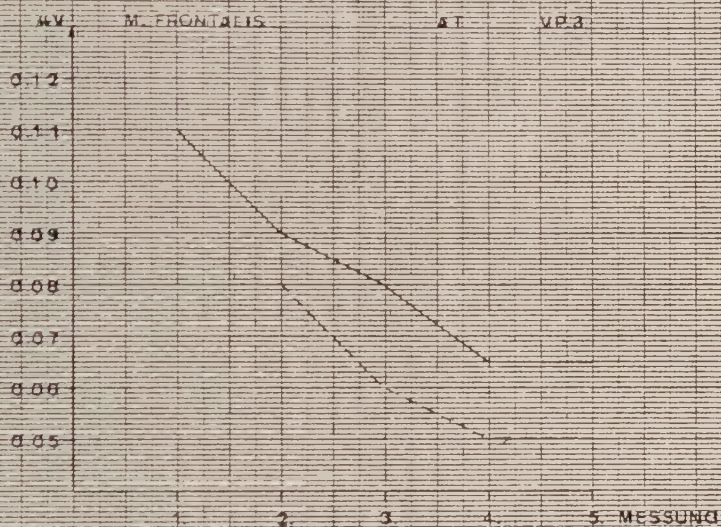


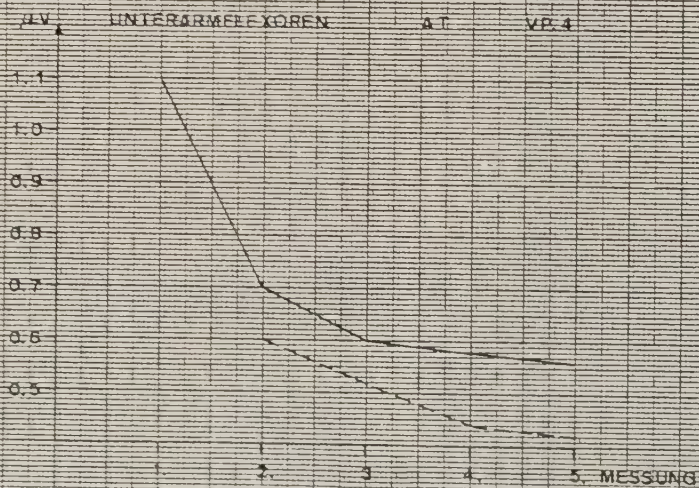
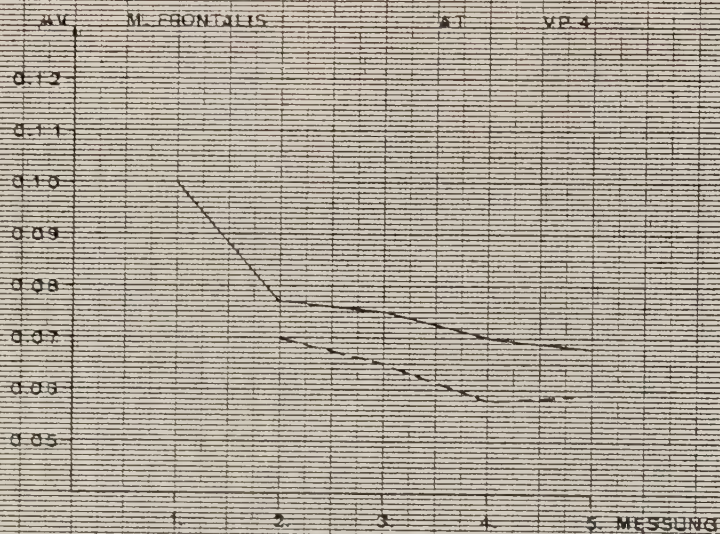


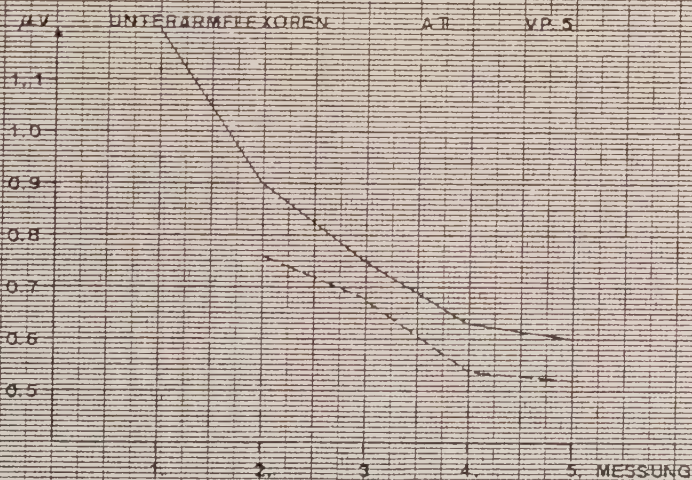


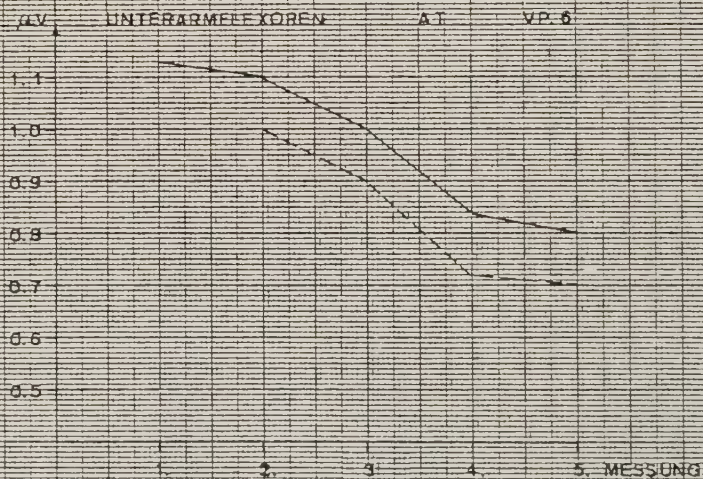
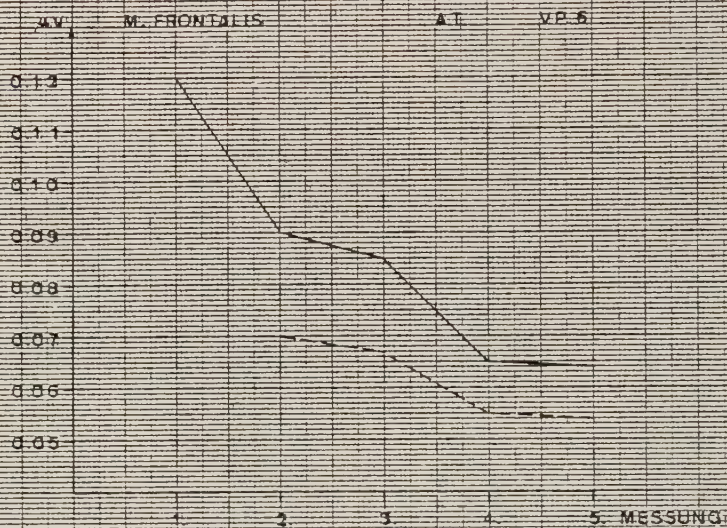


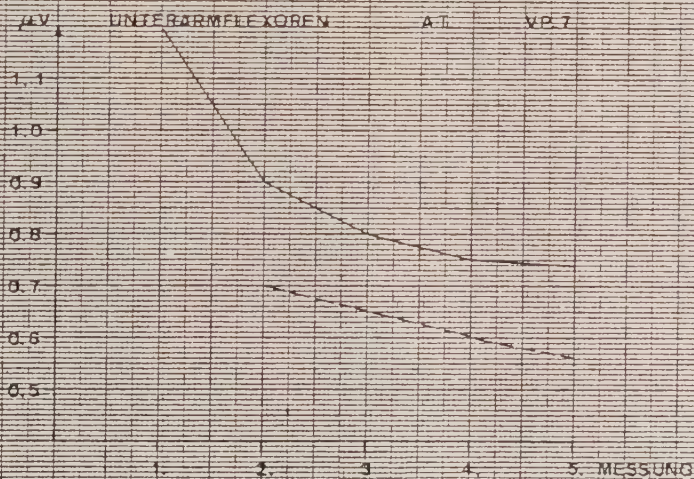
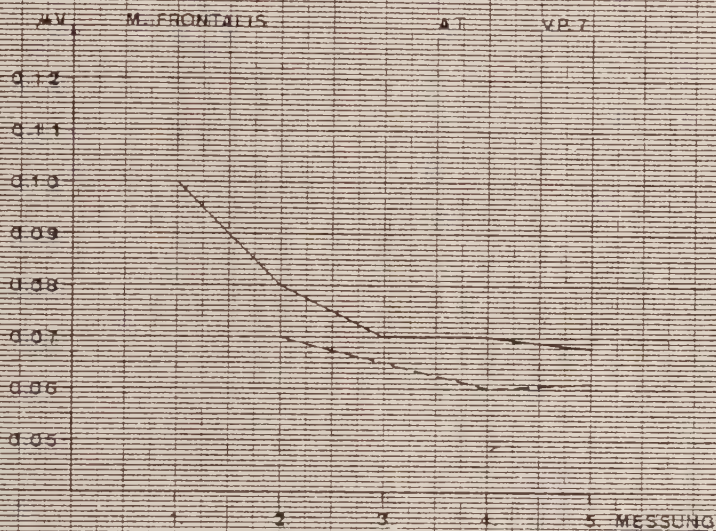


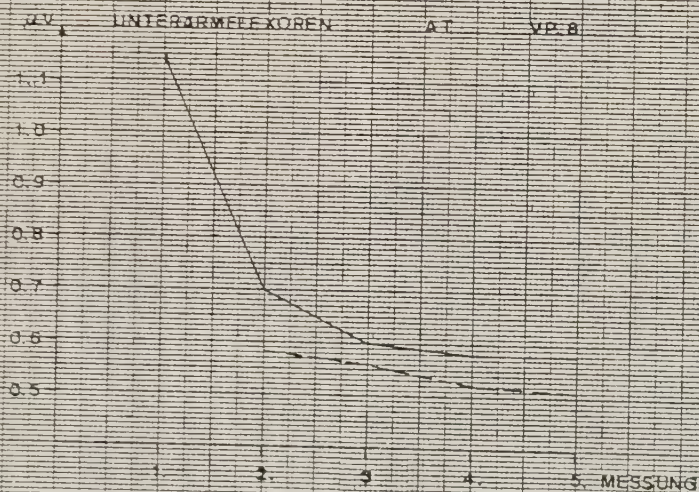
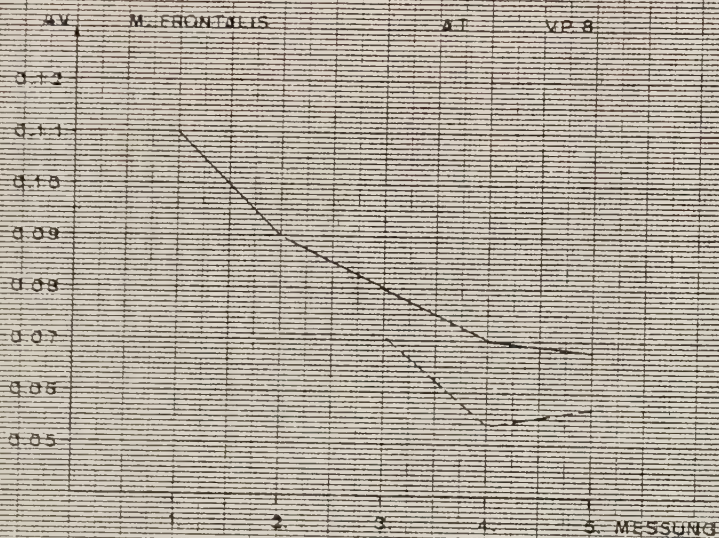












LITERATURVERZEICHNIS

- BACHMANN, C. (Hg.): Psychoanalyse und Verhaltens-
Therapie. Frankfurt/M.: Fischer Taschenbuch Ver-
lag 1972
- BASNAJIAN, J.V.: Kontrolle und Training einzelner
motorischer Einheiten. In: H.Legewie (Hg.): Bio-
feedbacktherapie. München-Berlin-Wien: Urban &
Schwarzenberg 1975
- BIRBAUMER, N.: Biofeedback und operantes Konditio-
nieren physiologischer Prozesse - ein Beispiel
für die Gültigkeit der Lerngesetze. In: N. Bir-
baumer (Hg.): Neuropsychologie der Angst.
München-Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberger 1973
- BRECHT, K.: Muskelphysiologie. In: W.D. Keidel
(Hg.): Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie.
Stuttgart: Georg Thieme Verlag 1973, S. 274-314
- BRONISCH, F.W.: Die Reflexe. Stuttgart: Georg Thieme
Verlag 1973
- BUDZYNSKI, Th., STOYVA, J.M., ADLER, Ch.S., MULLANEY,
D.J.: EMG-Biofeedback und Spannungskopfschmerz:
Eine kontrollierte Studie. In: H. Legewie (Hg.):
Biofeedbacktherapie. München-Berlin-Wien: Urban &
Schwarzenberg 1975
- BUNDZYNSKI, Th., STOYVA, J.M.: EMG-Feedback bei un-
spezifischen und spezifischen Angstzuständen. In:
H. Legewie (Hg.): Biofeedbacktherapie. München-
Berlin-Wien 1973

- BUDZYNSKI, Th., STOYVA, J.M.: Biofeedbacktechniken in der Verhaltenstherapie und im autogenen Training. In: N. Birbaumer (Hg.): Neuropsychologie der Angst. München-Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg 1973
- CASPERS, H.: Zentralnervensystem. In: W.D. Keidel (Hg.): Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 1973, S. 467-524
- CLAUSS, G., EBNER, H.: Grundlagen der Statistik. Frankfurt/M.-Zürich: Deutsch-Verlag 1972
- FAHRENBERG, J., SELG, H., HAMPEL, R.: Handanweisung für das Freiburger Persönlichkeitsinventar. Göttingen: Verlag für Psychologie Hogrefe
- GHEORGIOU, V., LANGEN, D., VELDEN, M.: Die Einstellung zu autogenem Training oder Hypnose. In: Zeitschrift für Psychotherapie und medizinische Psychologie, Jahrgang 21, Heft 4 1971
- GOLDFRIED, M., TRIER, Ch.: Die Entspannung als aktive Maßnahme zur Angstbewältigung. In: I. Florin (Hg.): Therapie der Angst. München-Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg 1975
- JACOBSON, E.: Progressive Relaxation. Chicago, London: University Press 1965
- KARLINS, M., ANDREWS, L.M.: Biofeedback. Die Technik der Selbstkontrolle. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1973
- KEIDEL, W.D.: Sinnesphysiologie Teil I. Allgemeine Sinnesphysiologie. Berlin: Springer 1971

KHODAIIE, K.: Wärmetransportzahl der Haut an Finger und Zehen bei autogenem Training. Mainz: Med.Diss. 1970

LANGEN, D.: Psychotherapie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 1973

LANGEN, D.: Objektivierende Befunde bei autogenem Training und gestufter Aktivhypnose als Prototyp für physikalische Messungen in der Psychiatrie. In: D. Gross (Hg.): Therapie über das Nervensystem Bd. 10. Stuttgart: Hippokrates Verlag 1972 S. 348-358

LANGEN, D.: Psychotherapie der Schlafstörungen. In: H.Bürger-Prinz (Hg.): Schlaf - Schlafverhalten - Schlafstörungen. Forum der Psychiatrie Nr. 18. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag 1967

LANG, P.J.: Die Anwendung psychophysiologischer Methoden in Psychotherapie und Verhaltensmodifikation. In: N. Birbaumer (Hg.): Neurophysiologie der Angst. München-Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg 1973

LEGEIWE, H., NUSSELT, L.: Grundlagen und Ergebnisse der Biofeedback-Forschung. In H. Legewie (Hg.): Biofeedbacktherapie. München-Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg 1975

LEUNER, H.: Das respiratorische Feedback. In: Der informierte Arzt, Jahrgang 5, Nr. 9 1975, S. 18-37

- LINDEN, M.: Das autogene Training: Eine lerntheoretische Darstellung auf der Grundlage von Experimenten zum Verhalten des Kreislaufs und der Atmung. Mainz: Med. Diss. 1974
- MILLER, N.E., DICARA, N.V., SLOMON, H., WEISS, J.M., DWORKIN, B.: Erlernte Modifikation vegetativer Funktionen: Eine Übersicht und einige neue Ergebnisse. In: H. Legewie (Hg.): Biofeedbacktherapie. München-Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg 1975
- PFANZAGL, J.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik. Berlin: Walter de Gruyter & Co 1968
- POECK, K.: Neurologie - Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte. Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag 1974
- RACHMAN, S.: Verhaltenstherapie bei Phobien. München-Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg 1972
- SCHADE, J.P.: Die Funktion des Nervensystems. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag 1973
- SCHRANZ, W.: Die Durchblutungsänderung der menschlichen Haut in Ruhe bei autogen Trainierten und nicht autogen Trainierten. Mainz: Med. Diss. 1973
- SCHULTZ, I.H.: Das autogene Training: Konzentrative Selbstentspannung. (14.Aufl.) Stuttgart: Georg Thieme Verlag 1973
- SCHULTZ, I.H.: Übungsheft für das autogene Training. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 1969

- TRESS, W.: Die Durchblutungsänderung der menschlichen Haut im autogenen Training und in der gestuften Aktivhypnose bei Langtrainierten. Mainz: Med. Diss. 1973
- TUNNER, W.: Systematische Desensibilisierung und das Lernen von Strategien zur Bewältigung von Angst. In: I. Florin (Hg.): Therapie der Angst. München-Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg 1975
- VOGEL, W.: Veränderungen der Hautdurchblutung im autogenen Training während der ersten neun Übungsstunden. Tübingen: Med. Diss. 1967
- WALTER, E.: Biomathematik für Mediziner. Stuttgart: Teubner Verlag 1975
- WEISS, R.: Operante Methoden in der psychologischen Diagnostik. In: D. Schulte (Hg.): Diagnostik in der Verhaltenstherapie. 2.Aufl. München-Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg 1976
- WOLPE, J.: Praxis der Verhaltenstherapie. Bern: Hans-Huber-Verlag 1974

LEBENSIAUF

Ich, Rainer Czornik, wurde am 15.10.1951 als Sohn des kaufm. Angestellten Karl Czornik und seiner Frau Luzie, geb. Wloka, in Wolfsburg geboren.

Nach vierjährigem Grundschulbesuch wechselte ich 1962 auf das Ratsgymnasium Wolfsburg über und bestand dort 1970 mein Abitur.

Von 1970 - 1972 leistete ich meinen Wehrdienst bei der Bundeswehr ab.

Anschließend studierte ich ein Semester Betriebswirtschaft in Braunschweig.

Zum Sommersemester 1973 erhielt ich einen Studienplatz für Humanmedizin in Mainz.

Das Physikum bestand ich am 21.03.1975, den ersten Abschnitt der ärztlichen Prüfung absolvierte ich am 30.03.1976, den zweiten Abschnitt der ärztlichen Prüfung am 17.03.1978.

Den letzten Teil des Staatsexamens legte ich am 15.05.1979 ab. Am 15.08.1975 heiratete ich die Lehrerin Renate Czornik, geb. Altenstädter.

DANK

Herrn Prof.Dr. D. LANGEN, Klinik und Poliklinik für Psychotherapie der Universitätsklinik Mainz, möchte ich herzlich für die freundliche Überlassung des Themas und für seine theoretische Unterstützung danken.

Besondere Verbundenheit gilt auch Herrn Dr. M. KLEEISEN, ehemals Poliklinik für Psychotherapie, für seine praktischen und theoretischen Anleitungen bei der Erstellung dieser Arbeit.

Druck: Reinartz

Copier- und Offset-Center

Gaustraße 16, Telefon 061 31/9 36 70 + Kirschgarten 3, Telefon 061 31/9 62 02
6500 Mainz

